

# IMAGE PROCESSOR AND IMAGE PROCESSING METHOD, AND METHOD FOR GENERATING THRESHOLD MATRIX FOR GENERATING HALFTONE IMAGE

Publication number: JP2002044445

Publication date: 2002-02-08

Inventor: ISHIZAKA KANYA

Applicant: FUJI XEROX CO LTD

Classification:

- international: G06T5/00; H04N1/405; G06T5/00; H04N1/405; (IPC1-7): H04N1/405; G06T5/00

- European:

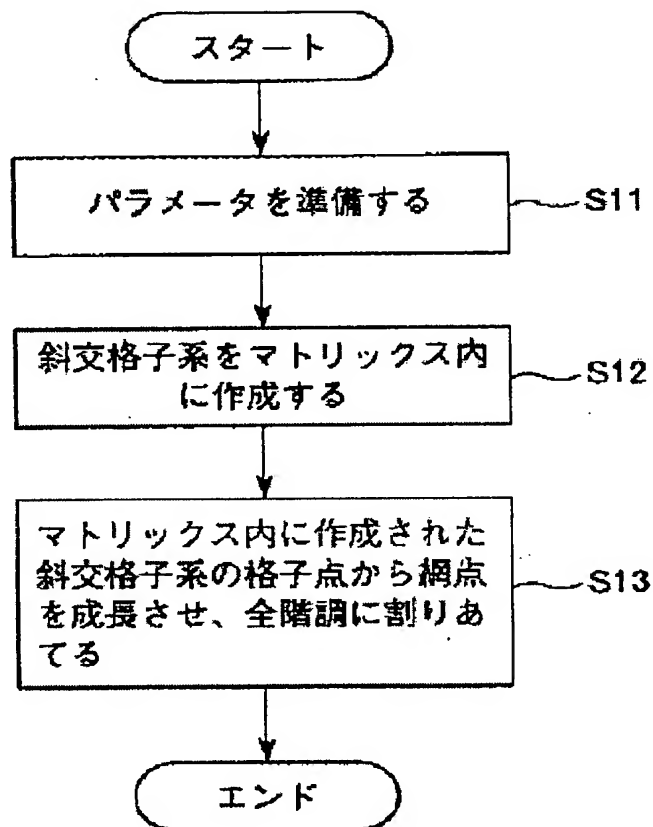
Application number: JP20000220178 20000721

Priority number(s): JP20000220178 20000721

Report a data error here

## Abstract of JP2002044445

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a method for generating a threshold value matrix, making the most use of the advantages of dot and blue noise, in which processing itself is the conventional one-point comparison system. **SOLUTION:** At the time of generating an oblique screen using an oblique lattice, parameters and screen parameters of an oblique lattice system are prepared (step S11), an oblique lattice system is then generated within a matrix (step S12), and dots are grown from the lattice points of the oblique lattice system generated in the matrix and assigned for the entire gray scale (step S13).



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-44445

(P2002-44445A)

(43) 公開日 平成14年2月8日 (2002.2.8)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H 0 4 N 1/405		G 0 6 T 5/00	2 0 0 A 5 B 0 5 7
G 0 6 T 5/00	2 0 0	H 0 4 N 1/40	C 5 C 0 7 7

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2000-220178 (P2000-220178)

(22) 出願日 平成12年7月21日 (2000.7.21)

(71) 出願人 000005496

富士ゼロックス株式会社

東京都港区赤坂二丁目17番22号

(72) 発明者 石坂 敢也

神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン

テクなかい 富士ゼロックス株式会社内

(74) 代理人 100086298

弁理士 船橋 國則

Fターム (参考) 5B057 CA01 CA08 CA12 CA16 CB01

CB07 CB12 CB16 CC02 CE13

CH11

5C077 LL03 MP08 NN07 NN09 PP33

PQ08 PQ12 PQ20 PQ22 RR02

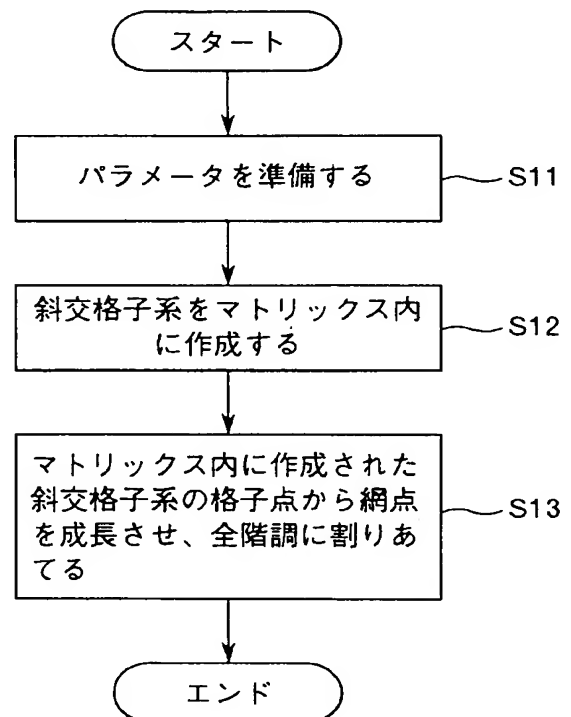
TT02

(54) 【発明の名称】 画像処理装置および画像処理方法、ならびにハーフトーン画像生成用閾値マトリックスの作成方法

(57) 【要約】

【課題】 処理自体は通常の一点比較方式であって、かつ網点とブルーノイズの長所を活かした閾値マトリックス作成法が求められている。

【解決手段】 斜交格子を用いて斜交スクリーンを作成するに際し、先ず、斜交格子系のパラメータおよびスクリーンパラメータを準備し (ステップS11)、次いで斜交格子系をマトリックス内に作成し (ステップS12)、しかる後マトリックス内に作成された斜交格子系の格子点から網点を成長させ、全階調を割り当てる (ステップS13)。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項 1】** 多階調画像を閾値マトリックスを用いてハーフトーン化する画像処理装置であって、

あらかじめ定められた基本ドット配置点からドットの成長方向を所定の方法で決定することによって大域的な濃度成長を定めるとともに、前記基本ドット配置点からブルーノイズ特性に基づいてドットの優先順位を決定することによって局所的な濃度成長を定めてなる閾値マトリックスを格納する記憶手段と、

入力される多階調画像と前記記憶手段に格納された前記閾値マトリックスで与えられる閾値とを比較してハーフトーン化画像を得る比較手段とを備えることを特徴とする画像処理装置。

**【請求項 2】** マトリックスサイズ、マトリックス縦方向分割成分およびマトリックス横方向分割成分からなる斜交格子パラメータにより斜交格子系が定義されており、各辺が接するようにして前記斜交格子系を並べたときに、平面上に x 軸、y 軸に対してそれぞれ一定の角度を保ち、連続的な斜交格子をなすような格子点配置を前記閾値マトリックスの基本ドット配置点として使用することを特徴とする請求項 1 記載の画像処理装置。

**【請求項 3】** 多階調画像を閾値マトリックスを用いてハーフトーン化する画像処理方法であって、

あらかじめ定められた基本ドット配置点からドットの成長方向を所定の方法で決定することによって大域的な濃度成長を定めるとともに、前記基本ドット配置点からブルーノイズ特性に基づいてドットの優先順位を決定することによって局所的な濃度成長を定めてなる閾値マトリックスをあらかじめ用意し、

入力される多階調画像と前記閾値マトリックスで与えられる閾値とを比較してハーフトーン化画像を得ることを特徴とする画像処理方法。

**【請求項 4】** マトリックスサイズ、マトリックス縦方向分割成分およびマトリックス横方向分割成分からなる斜交格子パラメータにより斜交格子系が定義されており、各辺が接するようにして前記斜交格子系を並べたときに、平面上に x 軸、y 軸に対してそれぞれ一定の角度を保ち、連続的な斜交格子をなすような格子点配置を前記閾値マトリックスの基本ドット配置点として使用することを特徴とする請求項 3 記載の画像処理方法。

**【請求項 5】** 多階調画像をハーフトーン化の際に用いる閾値マトリックスの作成方法であって、

あらかじめ定められた基本ドット配置点からドットの成長方向を所定の方法で決定することによって閾値マトリックスの大域的な濃度成長を定める大域的濃度決定工程と、

前記基本ドット配置点からブルーノイズ特性に基づいてドットの優先順位を決定することによって閾値マトリックスの局所的な濃度成長を定める局所的濃度決定工程とを有することを特徴とする閾値マトリックスの作成方

法。

**【請求項 6】** マトリックスサイズ、マトリックス縦方向分割成分およびマトリックス横方向分割成分からなる斜交格子パラメータにより斜交格子系が定義されており、各辺が接するようにして前記斜交格子系を並べたときに、平面上に x 軸、y 軸に対してそれぞれ一定の角度を保ち、連続的な斜交格子をなすような格子点配置を前記閾値マトリックスの基本ドット配置点として使用することを特徴とする請求項 5 記載の閾値マトリックスの作成方法。

**【請求項 7】** 請求項 5 または 6 記載の閾値マトリックスの作成方法においてさらに、

前記大域的濃度決定工程で定められた前記大域的な濃度成長と前記局所的濃度決定工程で定められた前記局所的な濃度成長とから閾値マトリックス全体の閾値配置を決定する閾値配置決定工程を有することを特徴とする閾値マトリックスの作成方法。

**【請求項 8】** 前記大域的濃度決定工程では、あらかじめ定めた前記斜交格子パラメータによって閾値マトリックス内に前記斜交格子を形成し、各斜交格子点から閾値マトリックス内の基本ドット配置点を選択するとともに、その選択した各基本ドット配置点からそれぞれ対応する斜交格子点との距離に基づいた順序でドット成長させ、

前記局所的濃度決定工程では、全基本ドット配置点にブルーノイズ特性に基づく優先順位を与え、同時に各基本ドット配置点から所定量成長させた全点のうち成長数が等量である点をそれぞれまとめ、それぞれ前記ブルーノイズ特性に基づいた優先順位を与えることを特徴とする請求項請求項 5, 6 または 7 記載の閾値マトリックスの作成方法。

**【請求項 9】** 前記大域的濃度決定工程では、あらかじめ定めた前記斜交格子パラメータによって閾値マトリックス内に格子点が整数となる前記斜交格子を形成し、各斜交格子点から閾値マトリックス内に規則的に配置した基本ドット配置点を選択するとともに、その選択した各基本ドット配置点から所定の方向にドット成長させ、前記局所的濃度決定工程では、全基本ドット配置点にブルーノイズ特性に基づく優先順位を与え、同時に各基本ドット配置点から所定量成長させた全点のうち成長数が等量である点をそれぞれまとめ、それぞれ前記ブルーノイズ特性に基づいた優先順位を与えることを特徴とする請求項請求項 5, 6 または 7 記載の閾値マトリックスの作成方法。

**【請求項 10】** 請求項 7, 8 または 9 記載の閾値マトリックスの作成方法においてさらに、

前記閾値配置決定工程で閾値マトリックスが仮作成された後に、あらかじめ定められた濃度範囲の閾値をとるドットをマトリックス内から選択し、その選択したドットに対して新たに前記ブルーノイズ特性に基づく優先順位

を与え、選択した濃度における閾値を配置し直すことにより最終的な閾値マトリックスを作成する工程を有することを特徴とする閾値マトリックスの作成方法。

【請求項11】 前記閾値マトリックス内のドットの優先順位を決定するための前記ブルーノイズ特性が、マトリックス内に所定数の等半径円を充填させ、各円の中心点をマトリックス内に均等に分布させるのに理想的であるような、平面幾何学に基づいて得られるマトリックスサイズと円の数とを変数とする理想半径値を用いて円を作成し、マトリックス内に配置した際の各円の重なり部分の面積値によって、ドット数ごとに異なる理想半径値を伴って定められていることを特徴とする請求項7、8、9または10記載の閾値マトリックスの作成方法。

【請求項12】 前記閾値マトリックス内のドットの優先順位を決定するための前記ブルーノイズ特性が、マトリックス内に所定数の等半径円を充填させ、各円の中心点をマトリックス内に均等に分布させるのに理想的であるような、平面幾何学に基づいて得られるマトリックスサイズと円の数とを変数とする理想半径値を用いて円を作成し、各円の半径値を円の数を変数とする所定範囲で変動させた際の重なり部分の面積値の積分値によって、ドット数ごとに異なる理想半径値を伴って定められていることを特徴とする請求項7、8、9または10記載の閾値マトリックスの作成方法。

【請求項13】 前記閾値マトリックス内のドットの優先順位を決定する際に、あらかじめランダムもしくは所定の方法で対象ドットに優先順位を定めた後に、あらかじめ定めたドット選択順位にしたがって番号の異なる2つのドットを選択し番号を入れ換えた際に、2つの番号間の全ての値に対して前記ブルーノイズ特性が入れ換え前よりも良くなっていたら番号の入れ換えを行ったままにし、悪くなっていたら再び番号を入れ替えと元に戻すという処理を、全ての番号に関して2つのドットの入れ換えが一度も発生しなくなるまで行うことにより新たに番号付けし直すことを特徴とする請求項7、8、9または10記載の閾値マトリックスの作成方法。

【請求項14】 前記大域的濃度決定工程では、前記選択した各基本ドット配置点から所定方向にドット成長させた際に、ドットの成長がライン型となるように斜交格子の配置から自動的に成長順序を決定することを特徴とする請求項9記載の閾値マトリックスの作成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、画像処理装置および画像処理方法、ならびにハーフトーン画像生成用閾値マトリックスの作成方法に関し、特に多階調画像をハーフトーン化（二値化）処理する画像処理装置およびその処理方法、ならびにそのハーフトーン化の際に用いる閾値マトリックスの作成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 印刷の分野では、多階調画像をハーフトーン化（二値化）する際に、元画像を保存してある閾値マトリックスでタイル状に覆い、画素値の比較を行って比較値の方が閾値よりも大きかったらドットをON（ONドット／黒ドット）、小さかったらドットをOFF（OFFドット／白ドット）することで二値画像を得る一対一比較方式が古くから用いられている。そして、通常、閾値マトリックス内の閾値は網点を形成するように配置されている。

【0003】 一対一比較方式によるハーフトーン画像は、処理負荷が軽く、また安定した出力が行えるという利点を持っているが、その反面、ドットの集合した網点で元画像を表現するために、分解能が落ちて輪郭のぼやけた画像になるという欠点も併せ持っている。通常印刷では、100 lpi（1インチあたり100個のドットが打たれている網点）程度では網点が目立ち分解能も低い。

【0004】 そこで、出力解像度に応じて網点の数を増やし、分解能を高めることが行われるが、分解能が高くなると今度は、格子状の模様が見えやすくなり、ハーフトーンの濃度変化がパターンの変化として認識されやすくなるという欠点がある。したがって、ある程度分解能を高めた際にも、格子状模様の見えにくいような閾値マトリックスを作成することが求められる。

【0005】 カラー出力用のスクリーンを作成する場合には、通常、C（シアン）、M（マゼンタ）、Y（イエロー）、K（ブラック）の4色分のスクリーンを作成しなくてはならない。この場合、4色分のスクリーンをすべて同じ角度、線数を持つ直交格子で作成し、ハーフトーンを掛けて出力すると、出力の際の微妙なずれのために、異なる色のドットの重なり具合がずれてしまうという、いわゆる色モアレが起り、出力画像を醜くすることが知られている。

【0006】 このため、カラー出力用には、微妙なずれが起こってもドットの重なり具合に安定性が得られる、各色の網点角度を変えたスクリーンが用いられる（各色の網点線数も要求に合うようにとる）。この際、異なる網点角度の干渉からモアレが発生するという別の問題が発生する。そこで、モアレがロゼッタパターンと呼ばれる、最も目立ちにくいパターンになるように、各色のスクリーン角度がそれぞれ選ばれる。例えば、C：15度、M：75度、K：45度、Y：0度などといった組み合わせがとられる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 以上のように、カラー出力用のスクリーンとしては、目標線数が得られ、さらに各色角度を変えてうまくロゼッタパターンが得られるものが必要になる。しかし、実際には例えば15度や75度などのように、非有理正接値（tan値が分数で表されないもの）の網点格子では、網点格子点をマトリッ

クス内に等間隔に並べることができず、厳密に目標角度を満たすことはできない。

【0008】この点に関しては、特開平3-187676号公報に記載されたスーパータイル方式を用いて、大きなサイズの閾値マトリックス内に形状の異なる小さなセルを配置していくことで、角度をより正確に再現することができる。この方式のスクリーンでは、先ず非有理正接値を有理正接値で近似し、次にこの有理正接値の角度を持つ正方形領域内に、目標線数を実現できるように網点格子を割り当てていく方式を用いている。

【0009】この際に、各網点核の配置はマトリックス内に均等でない場合があり、「セルサイズ不均一の問題」と呼ばれる、セルサイズが異なるためにハーフトーン画像にざらつきが現れるという問題が発生する。セルサイズ不均一の問題を解消しないと、出力画像にざらつきが発生して醜くなる。しかしながら、特に600dpiなどの低解像度においては、ドットの僅かな偏りが出力画像に反映されるために、セルサイズ不均一の問題の解消は難しい。したがって、低解像度時のスクリーンとしては、有理正接値角度のものが望ましい。

【0010】直交網線スクリーンの別の問題点として、各色の目標線数を確保し、さらに各色の網点角度をロゼッタパターンが得られるように作成するには、マトリックスのサイズに大きな制約が掛かるという点がある。ハードウェアでスクリーン処理を行う際には、処理速度の点からスクリーンマトリックスサイズは2<sup>n</sup>であることが最も望ましい。しかし、各色で目的の網点線数と角度を満たすスクリーンを2<sup>n</sup>サイズで作成することは難しい。

【0011】ハーフトニング法の別の手法としてブルーノイズマスク法がある。ブルーノイズマスク法は、閾値マトリックス内に低周波成分をできる限り取り除き、ドットの分散を均一にさせたブルーノイズパターンを閾値として採用し、一対一比較を行って二値画像を得るという方式である。

【0012】ブルーノイズマスクの作成法としては、例えば文献「Proc. SPIE, 1913, 332-343 (1993), R. Ulichney "The Void-and-cluster method for dither array generation"」などが公知である。ブルーノイズマスク法で得られる画像は、微少ドットの増減によって濃淡が表現されているために、網点よりも分解能が高く、格子状模様が見えない。また、ドットがランダムに配置されているため、カラー出力の場合にモアレやロゼッタの心配はない。

【0013】しかし、ブルーノイズマスク法では、ドットがランダムであることに起因する局所的なざらつきと、ハーフトーン化の際に周期的にランダムパターンを繰り返して配置することから、マトリックスサイズを周期とする大域的なざらつきが現れやすく、画質の低下に

つながっている。したがって、ブルーノイズマスク法においては、閾値マトリックス内のドット配置に規則性を持たせたり、ドットの配置をより滑らかにすることが求められている。

【0014】また、網点形成によるハーフトーンとブルーノイズ性によるハーフトーンの双方の長所を生かすスクリーン処理も提案されているが、処理負荷が重くなるという問題があり、やはり処理自体は通常の一点比較方式であって、かつ網点とブルーノイズの長所を活かした閾値マトリックス作成法が求められている。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明では、先ず、あらかじめ定められた基本ドット配置点からドットの成長方向を所定の方法で決定することによって閾値マトリックスの大域的な濃度成長を定め、次いで基本ドット配置点からブルーノイズ特性に基づいてドットの優先順位を決定することによって閾値マトリックスの局所的な濃度成長を定めることで、閾値マトリックスを作成する。そして、この閾値マトリックスを用いて多階調画像をハーフトーン化する。

【0016】上記の閾値マトリックスを平面内に繰り返し配置して多階調画像をハーフトーン化した際に、ドットの配置位置がマトリックス周期以下の長さの周期で規則的にかつ周期的に繰り返し、かつ各ドットの大きさおよび成長順序が平面上の各位置で不規則かつ一様になる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0018】図1は、本発明の一実施形態に係る画像処理装置の構成の一例を示すブロック図である。図1において、本実施形態に係る画像処理装置10は、描画部（色変換部）11、二値化処理部12および描画メモリ13を有し、外部装置、例えばホストコンピュータ20から入力される多値画像データに対して所定の処理を施し、その処理後の画像データを画像出力部（IOT）30に対して出力する。

【0019】この画像処理装置10には、ホストコンピュータ20から例えばR（赤）、G（緑）、B（青）の8ビットの画像データが入力される。この画像データは、描画部11でC（シアン）、M（マゼンタ）、Y（イエロー）、K（ブラック）の8ビットの画像データに色変換されて二値化処理部12に供給される。この二値化処理部12で二値化（ハーフトーン化）された画像データは、描画メモリ13を経由して画像出力部30に供給される。

【0020】二値化処理部12は、多値画像データをハーフトーン化する処理部であり、図2に示すように、閾値マトリックス記憶部21および比較部22を有する構成となっている。閾値マトリックス記憶部21には、閾

値マトリックスがあらかじめ格納される。比較部 22 は、入力される多値画像データと記憶部 21 に格納されている閾値マトリックスから与えられる閾値データとを比較し、その比較結果に応じた二値化データを網点画像データとして出力する。

【0021】上記構成の画像処理装置 10 において、二値化処理部 12 でのハーフトーン化処理のために、閾値マトリックス記憶部 21 にはあらかじめ閾値マトリックスが格納されることになるが、この閾値マトリックスの作成法が本発明の特徴とするところである。この閾値マトリックスは、通常、直交格子または斜交格子を用いて網点の核を生成し、この核から目標の網点形状に合わせた成長を行うことによって作成される。

【0022】ここで、空間座標に対して任意角度を持った直交格子を閾値マトリックスに利用したスクリーンが直交格子スクリーンと呼ばれ、格子の交わり角度が 90 度以外のものを含む格子から作成されるスクリーン全般が斜交格子スクリーンと呼ばれている。直交格子スクリーンは、斜交格子スクリーンの特別な場合、即ち格子の交わり角度が 90 度の場合である。このことから、斜交格子スクリーンは、直交格子スクリーンよりも幅広いスクリーンサイズ、角度、線数の条件を満たすことは明らかである。

【0023】斜交格子は、空間座標の  $x$  軸、 $y$  軸に対して、それぞれ角度  $\theta$  と角度  $\omega$  の平行直線で作成する。この場合、平行直線の線間隔は固定値をとらなくてはならないが、図 3 に示すように、それぞれの角度が異なる線間隔  $l_1$ 、 $l_2$  をとることは可能である。本発明では、図 3 のような斜交格子を平面上に容易に作成するための方法を提供する。

【0024】ここでは先ず斜交格子を一般的に定義し、その性質について考える。以下の数の組み合わせに対して、斜交格子系  $K\{(w, h), (x_1, y_1), (x_2, y_2)\}$  を定義する。

$(w, h), (x_1, y_1), (x_2, y_2)$

$(w, h)$  : 実数,  $w, h > 0$ ,

$x_1, x_2, y_1, y_2$  : 整数,  $x_1, x_2 \neq 0$

$x_1 < 0$  ならば、 $x_1$  と  $y_1$  の正負をそれぞれ逆転したものを、 $x_1$  と  $y_1$  に再度置き直す。 $x_2 < 0$  ならば、 $x_2, y_2$  に関しても同様にする。

【0025】図 4 に示すように、横幅  $w$ 、縦幅  $h$  の長方形をとる。次に、 $y_1 > 0$  の場合の整数対  $(x_1, y_1)$  に対応する平行直線群を定義する。長方形の左辺を  $l_1$ 、右辺を  $l_2$  とし、左辺  $l_1$  の下端を  $p(1, 0)$ 、上端を  $p(1, x_1)$ 、右辺  $l_2$  の下端を  $p(2, 0)$ 、上端を  $p(2, x_1)$  とする。左辺  $l_1$  を  $x_1$  等分し、各等分点に  $p(1, 0)$  から近い順に、 $p(1, 1), \dots, p(1, x_1 - 1)$  と名前を与える。同様に、右辺  $l_2$  を  $x_1$  等分し、各等分点に  $p(2, 0)$  から近い順に、 $p(2, 1), \dots, p(2, x_1 - 1)$

1) と名前を与える。

【0026】さらに、辺  $l_2$  を点  $p(2, x_1)$  側に延長し、その延長線上で点  $p(2, x_1)$  から距離  $(h/x_1) \cdot |y_1|$  だけ離れた点を補助点  $Q$  とする。補助点  $Q$  は、 $x_1 > y_1$  ならば、長方形の辺  $l_2$  上の点  $p(2, |y_1|)$  に相当し、 $x_1 < y_1$  ならば、補助点  $Q$  は長方形外の延長線上にあることになる。図 4 (a) ~ (c) は  $x_1 > y_1$  の場合について、同図 (d) ~ (f) は  $x_1 < y_1$  の場合について、点の配置例をそれぞれ示している。

【0027】次に、点  $p(1, 0)$  と補助点  $Q$  とを結んだ際の線分の傾きと同じ傾きを持つ直線で、点  $p(i, j)$  ( $i = 1, 2, j = 0, \dots, x_1$ ) を通る全ての直線を長方形内に形成する。以上により、整数対  $(x_1, y_1)$  に対応する平行直線群が形成される。 $y_1 < 0$  の場合には、長方形の右辺を  $l_1$ 、左辺を  $l_2$  とし、同様の平行直線群を作成する。

【0028】整数対  $(x_2, y_2)$ 、 $y_2 > 0$  に関しては、同じ長方形の、今度は上辺を  $l_1$ 、下辺を  $l_2$  とし、上辺  $l_1$  の左端を  $p(1, 0)$ 、右端を  $p(1, x_2)$ 、下辺  $l_2$  の左端を  $p(2, 0)$ 、右端を  $p(2, x_2)$  とし、上記と同様の平行直線群を作成する。 $y_2 < 0$  の場合には、下辺を  $l_1$ 、上辺を  $l_2$  とし、同様に作成する。以上により得られた長方形とその内部の平行直線群を、まとめて斜交格子系  $K\{(w, h), (x_1, y_1), (x_2, y_2)\}$  を定義する (以下、これを定義 1 と称する)。

【0029】斜交格子系  $K\{(w, h), (x_1, y_1), (x_2, y_2)\}$  と斜交格子系

【数 1】

$K\{(w, h), (\pm x_1, \pm y_1), (\mp x_2, \mp y_2)\}$

とは等しい (括弧内複号同順、括弧外複号任意)。さらに、斜交格子系  $K\{(w, h), (y_2, -x_2), (y_1, -x_1)\}$  も同じ斜交格子構造をとる (等しい)。また、上下反転、左右反転はともに  $K\{(w, h), (x_1, -y_1), (x_2, -y_2)\}$  で、90 度回転は  $K\{(w, h), (x_2, y_2), (x_1, y_1)\}$  となる。

【0030】2 つの斜交格子系  $K\{(w, h), (x_1, y_1), (x_2, y_2)\}$  に関して、それぞれの左辺と右辺を接したものは斜交格子系  $K\{(2w, h), (x_1, y_1), (2x_2, y_2)\}$  と同じ構造になり、また下辺と上辺を接したものは、斜交格子系  $K\{(w, 2h), (2x_1, y_1), (x_2, y_2)\}$  と同じ構造になる。したがって、斜交格子系  $K\{(w, h), (x_1, y_1), (x_2, y_2)\}$  で平面をタイル状に覆うことができ、平面上に斜交格子をすることができる。

【0031】斜交格子系  $K\{(w, h), (x_1, y_1), (x_2, y_2)\}$  に対して、上述したように得られる平面の斜交格子の格子点となるような斜交格子系内の点を、斜交格子系の格子点と呼ぶものとする。但し、斜交

格子系の長方形の上辺および右辺上にある点を除外する。また、長方形の下辺と左辺の交点を斜交格子系の原点と呼び、原点から下辺方向にx軸、左辺方向にy軸をとった際の(x, y)座標値を格子系内の座標と定義する。

【0032】斜交格子系K{(w, h), (x1, y1), (x2, y2)}に関して、次の4つの性質が成り立つ(以下、これを性質1と称する)。

(1) 平行直線群の角度は、それぞれ平面のx軸、y軸方向に対して以下で与えられる。

$$\tan^{-1}(hy1/wx1), \\ \tan^{-1}(wy2/hx2)$$

(2) 平行直線群の平行直線間の距離は、それぞれ以下で与えられる。

$$w \cdot h / \sqrt{(w^2 x1^2 + h^2 y1^2)}, \\ w \cdot h / \sqrt{(h^2 x2^2 + w^2 y2^2)}$$

(3) 斜交格子系の格子点数は、 $x1 \cdot x2 + y1 \cdot y2$ で与えられる。

(4) 以下の数が共に整数ならば、斜交格子系の全格子点は整数座標をとる。

$$w \cdot x1 / (x1 \cdot x2 + y1 \cdot y2), \\ h \cdot y1 / (x1 \cdot x2 + y1 \cdot y2)$$

なお、(3)の値は、長方形の面積を、斜交格子系内にある平行四辺形の面積で割ることによって得ることができる。

【0033】例えば、斜交格子系K{(7, 2), (4, -2)}は、図5に示すようになる。図5では、便宜的に格子点に黒点を付して示している。また、性質1の(1)～(3)より、

・平行直線群の角度： $\tan^{-1}(1/3)$ ,  $\tan^{-1}(-7/12)$   
 ・平行直線間の距離：11.384..., 16.545...  
 ・格子点数：24(図5の黒点に相当)

となり、性質1の(4)の数を計算すると、共に整数ゆえ、全格子点は整数座標をとる。

【0034】上述のようにして得られた斜交格子系は、先述した通り平面をタイルで覆うことができるため、スクリーンのマトリックスとして使用することが可能である。以下、この斜交格子系をそのまま斜交網点スクリーンに使用するための方法と、その際の性質、さらには具体的なアルゴリズムについて述べる。

【0035】斜交格子系K{(w, h), (x1, y1), (x2, y2)}を斜交スクリーンへ適用するために、先ず、横幅w、縦幅h(w, hは正の整数)の空のスクリーンマトリックスを用意する。そして、斜交格子系K{(w, h), (x1, y1), (x2, y2)}内の格子点をこの空のスクリーンマトリックスへ写像する。この際には、斜交格子系の格子点が整数座標をとっている場合には、そのままマトリックス内に置き換えれば良いが、整数座標値をとらない場合には、格子点の座標値に最も近

い整数座標をマトリックス内の格子点として採用する。

【0036】以上により、スクリーンマトリックス内に格子点が定められる。後は、この格子点から網点を成長させていき、最終的にスクリーンマトリックスを得る。

【0037】ここで、斜交格子系K{(w, h), (x1, y1), (x2, y2)}から、サイズがw×hの解像度dw×dh [dot/inch]用斜交網点スクリーンマトリックスを作成するとする。このとき、先の性質1から次のことが言える。すなわち、斜交格子系K{(w, h), (x1, y1), (x2, y2)}から、サイズw×hの斜交スクリーンを作成し、解像度dw×dh [dot/inch]で出力するとき、出力されるスクリーンは以下の性質を持つ(以下、これを性質2と称する)。

【0038】・斜交格子角(単位:度):

$$\tan^{-1}(dw \cdot h \cdot y1 / dh \cdot w \cdot x1), \\ \tan^{-1}(dh \cdot w \cdot y2 / dw \cdot h \cdot x2)$$

・線数(単位:線/inch):

$$\sqrt{(dh^2 w^2 x1^2 + dw^2 h^2 y1^2)} / w \cdot h, \\ \sqrt{(dw^2 h^2 x2^2 + dh^2 w^2 y2^2)} / w \cdot h$$

・分解能(単位:dot/平方inch):

$$dw \cdot dh (x1 \cdot x2 + y1 \cdot y2) / w \cdot h$$

・全体での相当線数(単位:線/inch):

$$\sqrt{dw \cdot dh (x1 \cdot x2 + y1 \cdot y2)} / w \cdot h$$

【0039】このように、斜交スクリーンでは、一つのマトリックス内に異なる2つの角度と線数が含まれている。また、特に2つの線数の差が大きい場合には、直交スクリーンと単純に線数の比較ができなくなる場合がある。そのため、「1平行inchあたりのドット量」の概念を、分解能を図る指標として導入し、この値の平方根をマトリックス全体での相当線数とする。

【0040】上記の式を用いれば、サイズw×hの解像度dw×dh [dot/inch]用斜交網点スクリーンを作成する際に、目的の網点角度、線数を満たすようにパラメータx1, x2, y1, y2を選ぶことができる。また、性質1の(4)を用いれば、斜交格子系の格子点が全ての整数座標となる条件を判断できる。斜交格子系の格子点が全て整数座標であると、後で述べるように、マトリックス全体の生成が行いやすく、出力画像が良好であるという性質がある。

【0041】また、より一般に、斜交格子系K{(w, h), (x1, y1), (x2, y2)}のパラメータを変動させて調べることにより、目的の網点角度、線数、スクリーンサイズを満たし、かつ整数座標をとるスクリーンマトリックスが存在するかどうかを調べることも可能である。このようにして、最適な条件をあらかじめ求めた上で、スクリーンマトリックスを作成することが可能である。

【0042】なお、性質2において、2つの斜交角に関する線数が共に全体での相当線数よりも大きくなる場合があるが、この場合には、擬似的に別の角度の格子が低



線数で入ってくる場合があるので注意が必要である。一般には、2つの斜交角に関する2つの線数の間に、全体での相当線数が挟まれるような斜交格子系が好ましいと言える。

【0043】図5の斜交格子系 $K\{(72, 84), (7, 2), (4, -2)\}$ から2400dpi用72×84サイズ斜交スクリーンマトリックスを作成すると、

・斜交格子角度： $\tan^{-1}(1/3)$ ， $\tan^{-1}(-7/12)$

・線数：211，145 [線/inch]

・分解能：22857 [dot/平方inch]

・全体での相当線数：151 [線/inch] 相当

となり、性質1の(4)の数を計算すると、共に整数ゆえ、全格子点は整数座標をとる。

【0044】続いて、実際に、上記の斜交格子を用いて斜交スクリーンを作成するアルゴリズムについて述べる。

本アルゴリズムは、次の3ステップからなる。すなわち、斜交スクリーンを作成するには、図6のフローチャートに示すように、パラメータを準備する工程(ステップS11)と、斜交格子系をマトリックス内に作成する工程(ステップS12)と、マトリックス内に作成された斜交格子系の格子点から網点を成長させ、全階調を割り当てる工程(ステップS13)の各処理を実行する。以下、各工程での処理について具体的に説明する。

【0045】まず、パラメータを準備する工程(ステップS11)では、斜交格子系のパラメータおよびスクリーンパラメータとして、以下の数を変数として導入する。

(1) マトリックスサイズ： $w * h$

(2) 斜交格子パラメータ1： $x_1, y_1$

(3) 斜交格子パラメータ2： $x_2, y_2$

(4) スクリーンの全階調数： $cols$

(5) 微調整パラメータ： $(\alpha_1, \alpha_2)$  ( $0 < \alpha_1, \alpha_2 < 1$ )

(6) 総格子点数： $dn = x_1 * x_2 + y_1 * y_2$

(7) 斜交格子周期1： $gcd(x_1, y_1)$  ( $gcd(x, y)$ は、 $x, y$ の最大公約数)

(8) 斜交格子周期2： $gcd(x_2, y_2)$  (実際には使用しない)

(9) ドット間ステップ量1： $(dx_1, dy_1) = \{(w * x_1) / dn, (h * y_1) / dn\}$

(10) ドット間ステップ量2： $(dx_2, dy_2) = \{(w * x_2) / dn, (h * y_2) / dn\}$

(11) 1階調あたりの総ドット数： $ds = (w * h) / cols$

【0046】ここで、ドット間ステップ量は、図7に示すように、斜交格子を構成する単位ベクトルに相当するベクトルである。先述した性質1の(4)の2つの数値は、 $dx_1, dy_1$ を意味している。

【0047】次に、斜交格子系をマトリックス内に作成

する工程(ステップS12)での処理について、図8のフローチャートを用いて説明する。

【0048】本工程においては、マトリックス内に斜交格子系 $K\{(w, h), (x_1, y_1), (x_2, y_2)\}$ の格子点を定めるに際し、まず、ドット位置のカウンタ数 $C$ を0にするとともに、仮ドット位置として $(x, y) = (-dx_1 - dx_2 + \alpha_1, -dy_1 - dy_2 + \alpha_2)$ を与え(ステップS21)、次いでカウンタ数 $C$ をインクリメントする(ステップS22)。

10 【0049】次に、 $C-1$ が $dn / gcd(x_1, y_1)$ で割り切れるか否かを判断し(ステップS23)、割り切れないと判断した場合は、 $(x, y) = \{(x + w + dx_1) \% w, (y + h + dy_1) \% h\}$ とし(ステップS24)、次いでマトリックス内の $\{(int) x, (int) y\}$ 座標を格子点として採用する(ステップS25)。

20 【0050】また、ステップS23で割り切れると判断した場合は、 $(x, y) = (x + dx_2, y + dy_2)$ とし(ステップS26)、しかる後ステップS24に移行する。以上の一連の処理を、ステップS27で $C = dn$  (1階調あたりの総ドット数)と判断するまで繰り返す。

【0051】上述した一連の処理により、第1番目のドット位置としては、仮ドット位置に $(dx_1, dy_1)$ を加え、さらに $(dx_2, dy_2)$ を加えた点、即ち点 $(\alpha_1, \alpha_2)$ を定める。第2番目のドット位置としては、第1番目のドット位置に $(dx_1, dy_1)$ を加えた点を定める。一般には、第 $n$ 番目の点として、第 $n-1$ 番目の点に $(dx_1, dy_1)$ を加えた点を定める。

30 【0052】但しこのとき、 $x$ 座標値が $w$ を上回った場合、周期環境の条件により、座標値から $w$ を減じた値を採用する( $y$ 座標に関しても同じ)。また、格子点を定めて行く際に、 $dn / gcd(x_1, y_1)$ 個の格子点ごとに、 $(dx_2, dy_2)$ を座標値に加える(これは、既に定めた格子点の上に別の格子点が重なるのを防ぐための処理である)。この際にも、座標値が $(w, h)$ を超えたら、周期境界位置のドットに直す。

【0053】以上の処理により、マトリックス内に $dn$ 個の格子点を得ることができる。この斜交格子系をマトリックス内に作成する手法は、概念的には、斜交格子系から直角三角形を作成し、その斜辺を $dn$ 等分し、等分点の各座標をマトリックス内に埋め込んで、格子点とするというようなモデルで考えることができる。

【0054】例えば、斜交格子系 $K\{(w, w), (3, 1), (4, 1)\}$ 、 $K\{(w, w), (4, 2), (4, 1)\}$ からマトリックスを得る際のアルゴリズムの概念について説明する。それぞれ、斜交格子の $(3, 1)$ 成分、 $(4, 2)$ 成分方向への直角三角形を作成する。

50 【0055】斜交格子系 $K\{(w, w), (3, 1), (4, 1)\}$ の場合は、図9(A)に示すように、底辺が $3w$ と



wの直角三角形の斜辺を13個( $=3*4+1*1$ )に分割し、三角形の左下の点をマトリックスの左下の点として、各分割点を三角形の左下の点から順番にマトリックスに落とす。その際に、x座標値がwよりも大きくなったらその値からwを減じる。このようにして、マトリックス上に格子点を作成する。一般には、y座標がマトリックスの高さhを超える場合があり、その場合は同じくその値からhを減じる。

【0056】斜交格子系K{(w, w), (4, 2), (4, 1)}の場合は、図9(B)に示すように、底辺が4wと2wの直角三角形の斜辺を18個( $=4*4+2*1$ )に分割し、同様に分割点をマトリックスに落とす。この場合は、左下から数えて9番目( $=dn/gcd(x1, y1)=18/2$ )の点までは、先程と同様にマトリックスに落とすことができるが、10番目の点は1番目の点、即ち(0, 0)と重なってしまう。

【0057】したがって、第10番目の点をマトリックスに落とす際には、それぞれx, y座標値にdx2, dy2を加算して、位相をずらしたものをを用いる。なお、dx2, dy2はもう一つの平行格子パラメータ(4, 1)から得られる底辺4w, wの直角三角形の斜辺を18等分した際のステップ量に相当している。以降の点も同様に位相をずらして点を作成する(図9(B)の白点に相当)。このようにしてマトリックス上に格子点を作成する。

【0058】一般に、斜交格子系K{(w, h), (x1, y1), (x2, y2)}を作成する際に、直角三角形の概念を当てはめると、図10に示すような三角形を用いることとなる。三角形の斜辺上にある $dn = x1 * x2 + y1 * y2$ 個の格子点(格子点間隔(dx1, dy1))をマトリックス内に移して行く際には、 $dn/gcd(x1, y1)$ 個の格子点ごとに、以降の全格子点を(dx2, dy2)だけシフトして配置していく。

【0059】次に、マトリックス内に作成された斜交格子系の格子点から網点を成長させ、全階調を割り当てる工程(ステップS13)での処理について説明する。

【0060】この工程では、ステップS12でマトリックス内に定められたdn個の格子点からドットを成長させることによって全階調に対応する閾値を定める。1階調あたりのドット数ds分だけ各ドットを成長させながら、閾値を作成していく。通常のスクリーンでは、全階調数256にとる。

【0061】なお、本工程においては、黒ドットを徐々に成長させる方式について述べたが、スクリーン全体で黒ドットと白ドットの対称性を良くする、即ちハイライト部(低濃度部)とシャドウ部(高濃度部)のドット配置特性を対称的にする方が、ハーフトーン化が安定することがある。

【0062】したがって、このようなスクリーンを作成する場合には、ステップS12で得られた全ての黒ドッ

ト用の格子点を、 $\{(dx1+dx2)/2, (dy1+dy2)/2\} = \{(w \cdot (x1+y2)/2dn, h \cdot (-x2+y1)/2dn\}$ だけシフトして、周期境界を考慮した位置に白ドット(OFFドット)発生用の格子点をdn個作成する。このとき、黒ドットに対する白ドットの位置関係は、図11に示すようになっている。このようにして、あらかじめ黒ドット、白ドット用の格子点をそれぞれdn個用意して、黒ドット、白ドットを交互に成長させてゆけば良い。

【0063】例えば、斜交格子系K{(64, 32), (8, 8), (12, 4)}から600dpi用スクリーンを作成すると、

・格子点数: 128  
・斜交格子角度:  $\tan^{-1}(1/2)$ ,  $\tan^{-1}(2/3)$

・線数: 168, 135 [線/inch]  
・分解能: 22500 [dot/平方inch]  
・全体での相当線数: 150 [線/inch] 相当となり、性質1の(4)の数(ドット間ステップ量1)を計算すると、共に整数ゆえ、全格子点は整数座標をとる。

【0064】ここでは、通常のスクリーンで用いられる256階調のスクリーンを作成するとする。

・スクリーンの全階調数: colS=256  
・微調整パラメータ:  $(\alpha1, \alpha2) = (0, 0)$  (全格子点が整数座標ゆえ、微調整はしない)

【0065】上記パラメータから以下の数が算出される。

・斜交格子周期1: 8  
・斜交格子周期2: 4  
・ドット間ステップ量1:  $(dx1, dy1) = (4, 2)$   
・ドット間ステップ量2:  $(dx2, dy2) = (2, 3)$   
・1階調あたりの総ドット数: ds=8

【0066】以上のパラメータから、ステップS13での処理にしたがってスクリーンマトリックスを作成する。図12に、斜交格子系K{(64, 32), (8, 8), (12, 4)}の格子点配置を示す。

【0067】ドット間距離パラメータ(dx1, dy1), (dx2, dy2)が共に整数値をとる場合、マトリックス内の格子点は規則的に並ぶ。このような場合は、次に述べる方法で網点を成長させると良好なドット配置が得られる。

【0068】まず、ドット間距離パラメータ(dx1, dy1), (dx2, dy2)が整数値の場合の網線成長法について述べる。

【0069】既に述べたように、斜交格子系を用いたスクリーンの場合、角度ごとに異なる線数が現れる。仮に各ドットを網点状に成長させて行くと、やがて低線数方

向にドットがつながり始め、主に低線数側が目立つようになる。そこで、高線数側にライン状に成長させるという方式を用いて、できるだけ高線数側が主体になるような成長法を採ることとする。

【0070】ドット間距離パラメータが整数値の場合、各網点の成長法はすべて同じにできる。したがって、決める必要があるのは、以下の2つである。

①ドットの成長法（一つのドットに関して定めればあとはすべて同じ）

②各ドットの成長順

上記①に関しては斜交格子系のパラメータに基づき、一例としてライン型になるようにし、上記②に関してはブルーノイズマスク的な手法を用いてできるだけマトリックス全体で均一に成長させるようにする。以下に、①、②の各アルゴリズムについて説明する。

【0071】①ドットの成長法

斜交格子系  $K\{(w, h), (x_1, y_1), (x_2, y_2)\}$  の  $(x_1, y_1)$  方向の格子をラインで結ぶ形でドット成長させる。斜交格子系内から一つの格子点  $A = (a_x, a_y)$  を選び、 $(x_1, y_1)$  方向に見て、つ

なく先の格子点  $B = (b_x, b_y)$  を選ぶ。

【0072】先ず、図13に示すように、点Aと点Bとを結ぶ直線  $f(x)$  を作成し、

$x = a_x + q, a_x + 1 + q, a_x + 2 + q, \dots, b_x - 1 + q$  ( $q = 0, 5$ )  
に関して、点  $(x, f(x))$  を走査し、この点が含まれるドットに順番を0番から付けていく。 $x = b_x - 1 + q$  が終了したら、点Aと点  $C = (c_x, c_y)$  を直線で結び、この直線上で点Aから距離  $\alpha$  の地点を通るように直線  $f(x)$  を平行移動させる。

【0073】直線ACと今平行移動させた直線  $f(x)$  の交点を始点として、先ほどと同様に、 $x$  軸方向に1ずつ直線上を走査して番号を付けていく。このとき、既に番号がつれられたドットに関しては新たに番号付けを行わないようにする。全ての点を調べ終えたら、直線  $f(x)$  を再び点Cの方向に  $\alpha$  だけ平行移動させて同様の走査を行う。

【0074】以上の走査は、番号付けされたドット数が  $d_n/2 = (x_1 * x_2 + y_1 * y_2) / 2$  になったら一旦終了する。次に、白ドットに関しても同様の方法でドット成長をさせ、 $d_n/2$  個のドットに番号付けをしていく。以上により、各ドットのライン型成長法が定められる。

【0075】なお、ドットの成長法①においては、上記アルゴリズムを用いずに、好ましいドット成長法を任意に用いるようにしても良い。

【0076】②各ドットの成長順黒ドット、白ドットともに成長法則が定められたので、今度は、マトリックス内にある  $d_n$  個のドットの成長する順番を決める必要がある。階調数  $c_{ols}$  のマトリックスを作成する場合、

各閾値はマトリックス内に  $w * h / c_{ols}$  だけ定める。 $d_n = w * h / c_{ols}$  であれば網点の成長はたやすいが、そうでない場合には、マトリックス全体で濃度を調整する手法が必要になる。

【0077】そこで、先ずマトリックス内の  $d_n$  個の全黒ドットに、0から  $d_n$  までの順番を以下の法則を用いて割り振ってゆき、この順番と先のドットの成長法で決めた各網点の成長法を組み合わせる閾値決定を行う。このようにしてマトリックス内の格子点に順番を与えていく。マトリックス内の格子点全体の集合を  $K$  とおく。また、マトリックス内には周期境界条件を付けて、ユークリッドの距離を入れておく。その具体的な処理手順について、図14のフローチャートに沿って説明する。

【0078】先ず初めに、0から  $d_n - 1$  までの閾値を決定していく順番を  $p(n)$  ( $n = 0, \dots, d_n - 1$ ) で決める（ステップS31）。ここで、 $p: \{0, \dots, d_n - 1\} \rightarrow \{0, \dots, d_n - 1\}$  は一対一写像とする。次に、マトリックス内の  $d_n$  個の格子点に0から  $d_n - 1$  までの番号を、同じ番号が重複しないようにランダムに与える（ステップS32）。

【0079】閾値決定の一番はじめとして、 $n = 0$ 、チェック値  $Ch = 0$  とし（ステップS33）、 $q = p(n) + 1$  とおく（ステップS34）。続いて、閾値  $p(n)$  に対応する画素  $P$  を選び、クラスター量  $C_l(P, p(n), q)$  を測定する（ステップS34）。その後、閾値  $q$  に対する画素  $Q$  を選び、 $P$  と  $Q$  の閾値を入れ換え（ステップS36）、点  $Q$  のクラスター量  $C_l(Q, p(n), q)$  を測定する（ステップS37）。

【0080】そして、画素  $P$  のクラスター量  $C_l(P, p(n), q)$  と画素  $Q$  のクラスター量  $C_l(Q, p(n), q)$  とを比較する（ステップS38）。ここで、 $C_l(P, p(n), q) < C_l(Q, p(n), q)$  ならば、元の閾値の方がドット間距離が安定しているということになるため、再び  $P$  と  $Q$  の閾値を入れ換えて元の状態に戻す（ステップS39）。その後、 $q = d_n - 1$  になったか否かを判断し（ステップS40）、 $q \neq d_n - 1$  であれば、 $q = q + 1$  とし（ステップS41）、しかる後ステップS35に戻って上述した一連の処理を  $q = d_n - 1$  になるまで続ける。

【0081】ステップS38で  $C_l(P, p(n), q) \geq C_l(Q, p(n), q)$  と判定した場合は、 $Q$  の方が良い閾値配置ということになるため、このまま  $Q$  を  $P$  に入れ換えてしまう。そして、一度でも  $P$  と  $Q$  が入れ替わったならば、チェック値  $Ch = 1$  とする（ステップS42）。 $q = d_n - 1$  となったら、続いて  $n = d_n - 1$  になったか否かを判断する（ステップS43）。 $n \neq d_n - 1$  であれば、 $n = n + 1$  とし（ステップS43）、しかる後ステップS34に戻って上述した一連の処理を  $n = d_n - 1$  となるまで繰り返す。

【0082】そして、 $n = d_n - 1$  になったならば、全

閾値のより良い場所への再配置が終わったことになるが、ステップS45で $Ch=1$ と判定した場合は、ステップS33に戻り、再び $n=0$ として上述した一連の処理を繰り返す。 $Ch \neq 1$ 、即ち $Ch=0$ の場合には、全ての閾値が動かなかったことになるため、収束状態とみなし、閾値決定のための一連の処理を終了する

\*

$$Cl(P, p(n), q) = \sum_{i=p(n)}^q cl(P, i),$$

$$\text{where } cl(P, i) = \sum \{f(P, Q, i) \mid Q \in K, d(P, Q) < 2r(i+1), val(Q) < i\},$$

$$\text{where } r(n) = 2^{-\frac{1}{2}} \cdot 3^{-\frac{1}{4}} \cdot n^{-\frac{1}{2}} \cdot w^{\frac{1}{2}} \cdot h^{\frac{1}{2}},$$

$$\text{where } f(P, Q, i) = 2 \cos^{-1} \left( \frac{l}{2r} \right) - \frac{l}{r} \sqrt{1 - \left( \frac{l}{2r} \right)^2}, \text{ where } l = d(P, Q), r = r(i+1)$$

【0085】クラスター量 $Cl(P, p(n), q)$ は、点Pにおいて濃度 $i$ を $p(n)$ から $q$ まで変化させたときの各閾値でのクラスター量 $cl(P, i)$ の和で定められる。各閾値でのクラスター量 $cl(P, i)$ は、マトリックス内の格子点のうち、閾値 $i$ 以下の点を中心に理想半径値 $r(i)$ の円を作成した際に、点Pを中心とする円と交わった円の、交わり面積の総和で定義する。

【0086】ここで、理想半径値 $r(i)$ は、サイズ $w \times h$ の周期境界を持った長方形内に $i+1$ 個の円を交わらないように配置する際に、円の半径をできるだけ大きくとるときの近似値である。図15は、 $cl(P, i)$ 値の計算の概念図である。クラスター量 $Cl(P, p(n), q)$ は、 $p(n) < i < q$ なる $i$ に関して $cl(P, i)$ を求めて総和をとったものである。

【0087】ここにおいて、閾値 $p(n)$ と $q$ を入れ換えた際に、閾値 $p(n)$ と $q$ の間のクラスター量を計算する理由を述べる。図16に示すように、閾値 $p(n)$ と $q$ を入れ換えた際に、実際のハーフトーンのパターンが変化するのは閾値 $p(n)$ と $q$ の間の領域のみである。そこで、この閾値 $p(n)$ と $q$ の間の全閾値に対して、閾値 $p(n)$ と $q$ を交換した際のドット配置の良さを測定して、和をとるという操作を行う。

【0088】ところで、上記のクラスター量 $cl(P, i)$ の計算においては、白ドットと黒ドット別にクラスター量を測定する場合には、閾値の変形を行えば良い。その際に、理想半径値 $r(i+1)$ も対象とするドットの個数に応じて変化させる。また、 $f(P, Q, i)$ 値は単純な円の重なり部分の面積を求める式であるが、ドット数が増大してくると、マトリックスが離散空間であることに起因して、ドット配置に強い制約が掛かってくる。

【0089】そのため、最適半径値よりも少し大きな値を用いるか、一定範囲内で積分したものを $f(P, Q, i)$ に用いる方が良い場合があり、こうした値を利用することも可能である。このように、クラスター量の決定

\*【0083】上述した処理において、点 $P \in K$ のクラスター量 $Cl(P, p(n), q)$ は次で定める。以下において、 $d(P, Q)$ は点Pと点Q間の距離を表し、 $val(P)$ は点Pの閾値を表す。

【0084】

【数2】

を行う関数は、マトリックスの離散的特性に応じて変形した方がより良い結果が得られる場合があり、適当な方法を探るようにする。

【0090】以上のようにして、マトリックス内に定義された格子点の成長法（成長順）が定められ、 $dn$ 個の各格子点には0から $dn-1$ までの番号が一意に割り当てられる。以降の処理では、これらを用いて最終的な閾値マトリックスの作成が行われる。

【0091】先ず、閾値マトリックス内の全点 $(x, y)$ に、先のドットの成長法で定められた成長順番番号 $p$ を振る。このとき、0から $w \times h / dn - 1$ までの値がそれぞれ $dn$ 個割り振られることになる。次に、閾値マトリックス内の各格子点に先のドットの成長順で定められた番号 $q$ を振り、各格子点の第1成長点から第 $w \times h / dn$ 成長点までにもそれぞれ同じ番号 $q$ を振る。

【0092】この時点で、閾値マトリックス内の全点には $p$ と $q$ の2種類の番号が割り与えられている。そこで、マトリックス内の全点に対して、新たに $q(p+1)$ という番号を割り当て直す。これによって、閾値マトリックス内には0から $w \times h - 1$ までの番号が一意に割り当てられる。最後に、閾値に割り当てられた値を階調数 $colS$ で割った値の整数部分を最終的な閾値として採用する。こうして、階調数 $colS$ の閾値マトリックスが得られる。

【0093】また、容易にわかるように、網点の成長順の順序と網点の選択順の順序から、閾値マトリックス内の全ての画素にユニークに優先順位を付けることができる。つまり、全部の画素を番号順に並べることができる。そこで、その番号順に適宜ドットを選択していくことで、閾値の数が異なるようなマトリックスを得ることも可能である。

【0094】次に、ドット間距離パラメータ $(dx1, dy1)$ 、 $(dx2, dy2)$ が非整数値の場合の網線成長法について述べる。ドット間距離パラメータが非整数の場合、概念的には、Adobeのスーパーセル方式スクリンでのセルサイズ不均一の問題と同様の問題が発

生するが、ここでは単純に、格子点が非整数座標となる場合の網点成長法について簡単に述べる。

【0095】 先ず、斜交格子系からマトリックス内に格子点を作成する際には、斜交格子点にもっと近い整数座標値をマトリックス内の格子点として採用する。次に、網点成長法に関しては、指数座標値をとる場合とは違って、各ドットをすべて均一の成長順にすることはできない。

【0096】 そこで、先ず各ドットの2番目の成長点として、既に定めたマトリックス内の格子点以外で、斜交格子系の格子点にもっと近い点をそれぞれ選び、以下3番目の成長点、4番目の成長点に関しても同様に、まだマトリックス内で選ばれていない点で、斜交格子系の格子点にもっと近い点を選んでいく。こうして全ての点を選び終えたら、上記と同様の方法で網点の成長順を決めて、最終的な閾値マトリックスを得ることができる。

【0097】 最後に、好適な実施例として、斜交格子系  $K\{(64, 64), (16, 8), (12, 8)\}$  から、600 dpi 用スクリーンを作成する（高線数側線数は168で全体150線相当）場合について説明する。この場合、スクリーンの格子構造は、先述した斜交格子系  $K\{(64, 32), (8, 8), (12, 4)\}$  から600 dpi 用スクリーンを作成する場合と全く同じものとなる。

【0098】 16階調ごとに全斜交格子点を等量点灯させて、その間の閾値をブルーノイズ補間する方法で閾値マトリックスを作成する。こうして作成されたマトリックスでハーフトーン化したグラデーションを図17

(B)に示す。図17(A)は、Ordered dither型に成長させた場合のマトリックスでハーフトーン化したグラデーションである。また、図18

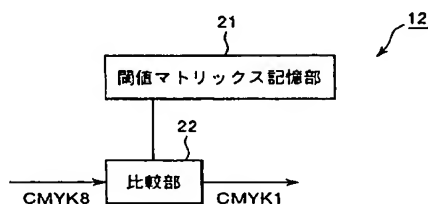
(A), (B)にはそれぞれ、これらスクリーンの16階調までのドット配置を示している。残りの階調も、16階調おきにこのパターンが繰り返される。

【0099】

【発明の効果】 以上説明したように、本発明によれば、網点スクリーンで目的の線数、角度を満たすスクリーンを得る場合であっても、マトリックスのサイズに大きな制約がかかることはなく、しかも網点スクリーンで線数を高めても、格子状の模様が見えることもない。

【図面の簡単な説明】

【図2】



【図1】 本発明の一実施形態に係る画像処理装置の構成の概略を示すブロック図である。

【図2】 二値化処理部の構成の一例を示すブロック図である。

【図3】 平面上に作成した斜交格子を示す図である。

【図4】 斜交格子系を作成する説明図である。

【図5】 斜交格子系  $K\{(72, 84), (7, 2), (4, -2)\}$  を示す図である。

【図6】 斜交スクリーンを作成するアルゴリズムを示すフローチャートである。

【図7】 ドット間ステップ量を示す図である。

【図8】 斜交格子系をマトリックス内に作成する処理手順を示すフローチャートである。

【図9】 斜交格子系  $K\{(w, w), (3, 1), (4, 1)\}$  と  $K\{(w, w), (4, 2), (4, 1)\}$  の直角三角形表現の概念図である。

【図10】 斜交格子系  $K\{(w, h), (x1, y1), (x2, y2)\}$  の直角三角形の概念図である。

【図11】 黒ドット格子点に対する白ドット格子点の位置関係を示す図である。

【図12】 斜交格子系  $K\{(64, 32), (8, 8), (12, 4)\}$  の格子点配置を示す図である。

【図13】 ドットの成長法の説明図である。

【図14】 各ドットの成長順を決定する処理手順を示すフローチャートである。

【図15】 クラスター量  $c1(P, i)$  値の計算の概念図である。

【図16】 閾値  $p(n)$  と  $q$  を交換した際にパターンが変化する領域を示す図である。

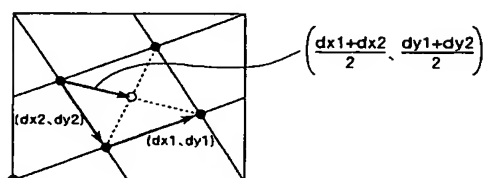
【図17】 ハーフトーン化したグラデーションを示す図であり、(A)はOrdered dither型に成長させた場合を、(B)は本実施形態に係る場合をそれぞれ示している。

【図18】 図17(A), (B)の場合における16階調までのドット配置を示す図である。

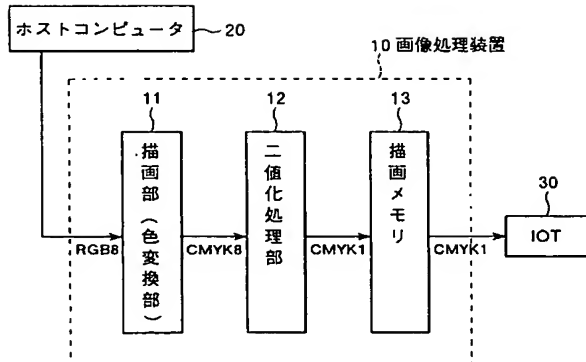
【符号の説明】

10…画像処理装置、11…描画部（色変換部）、12…二値化部、13…描画メモリ、20…ホストコンピュータ、21…閾値マトリックス記憶部、22…比較部、30…画像出力部（IOT）

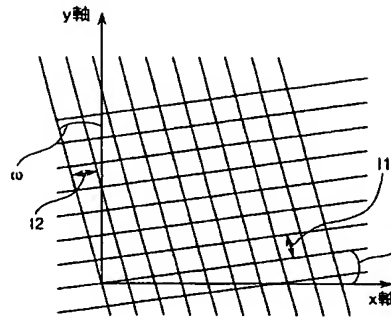
【図11】



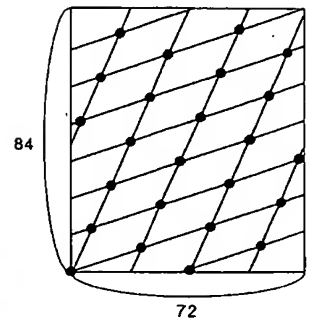
【図1】



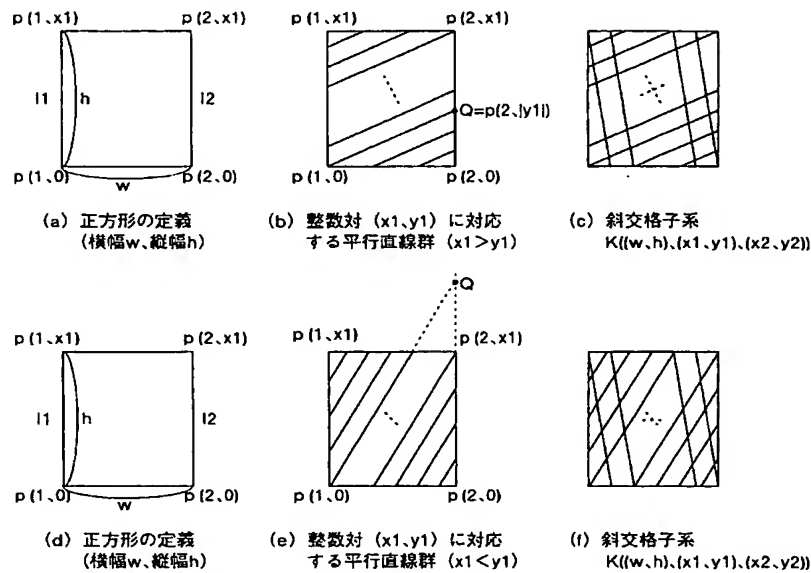
【図3】



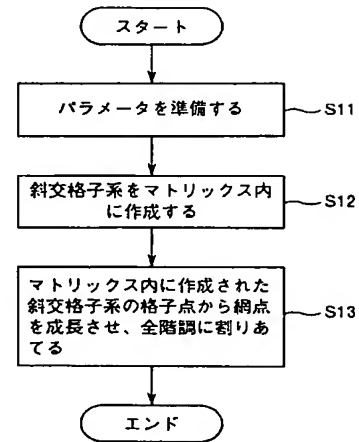
【図5】



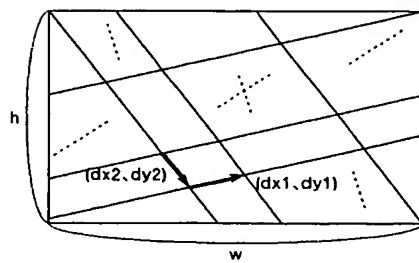
【図4】



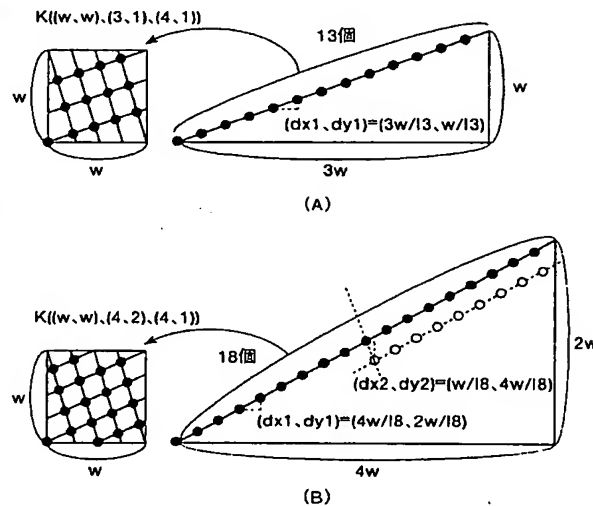
【図6】



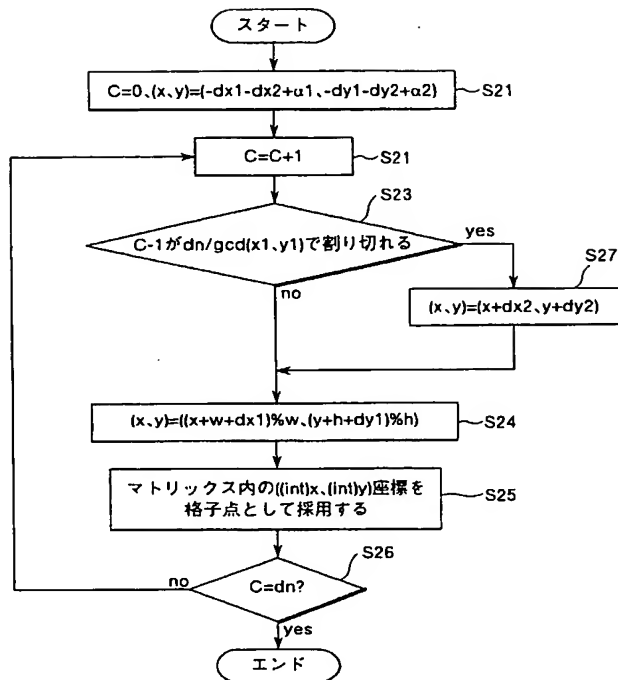
【図7】



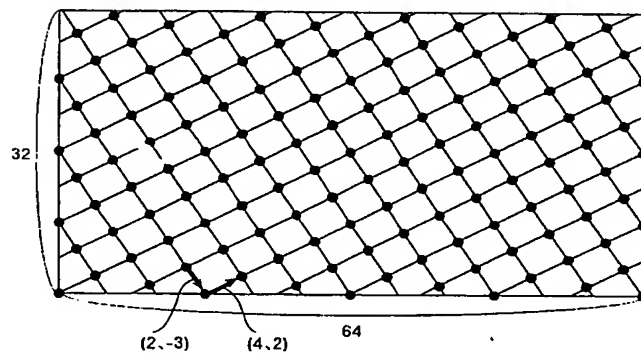
【図9】



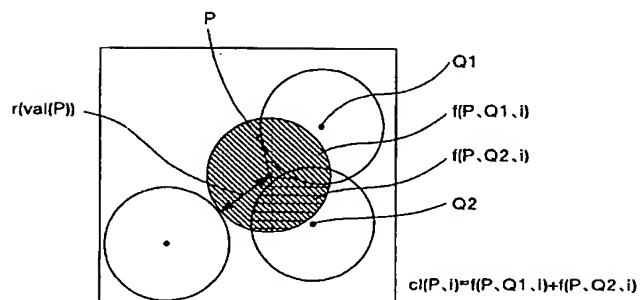
【図8】



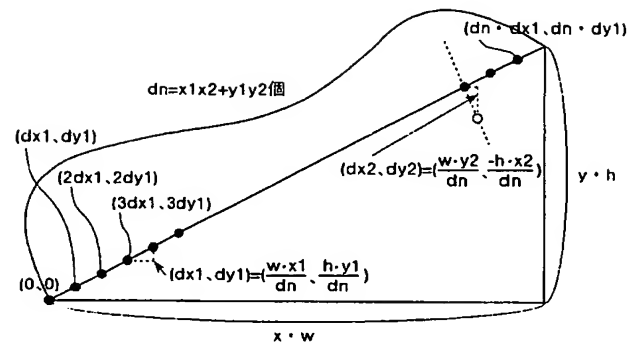
【図12】



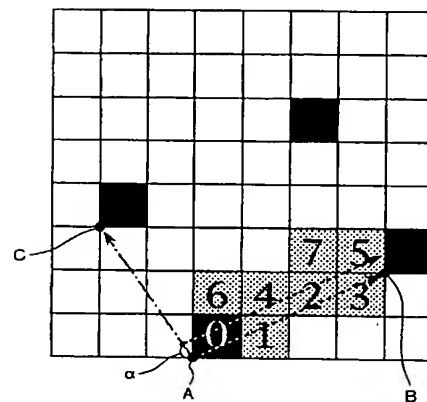
【図15】



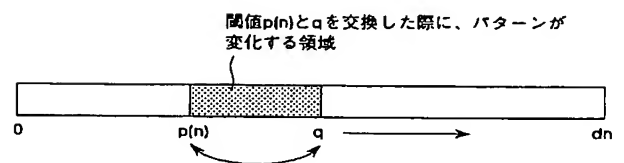
【図10】



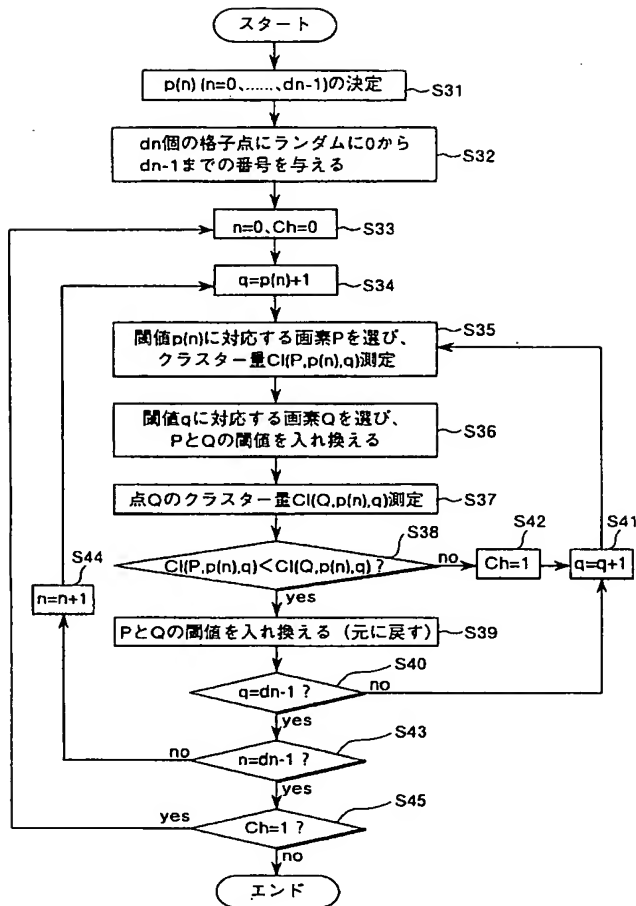
【図13】



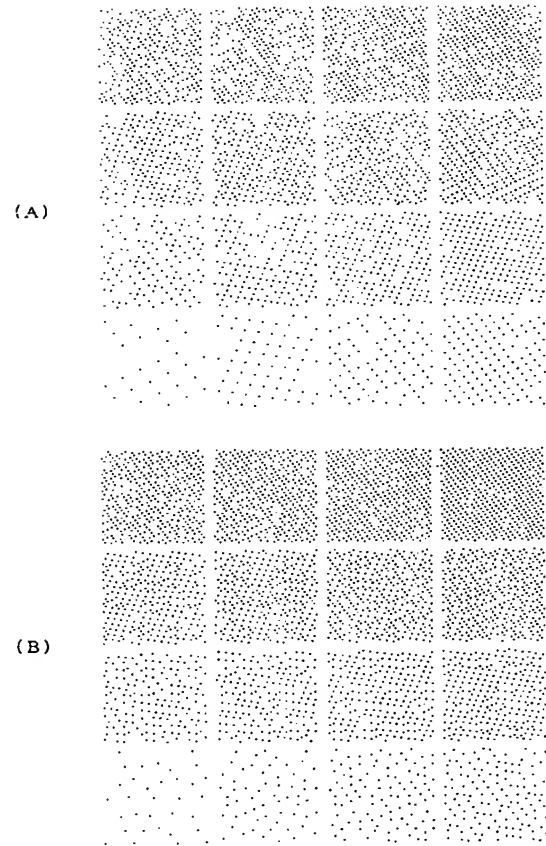
【図16】



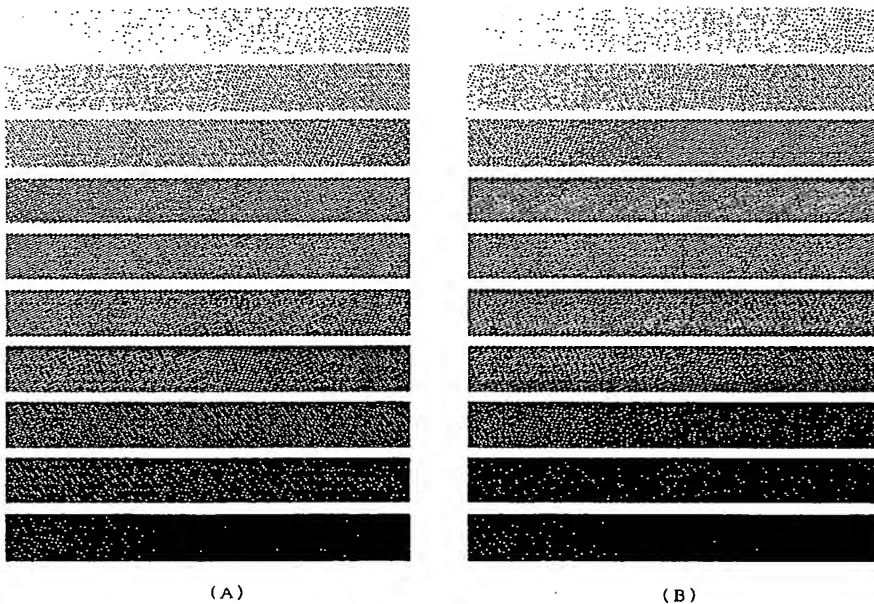
【図14】



【図18】



【図17】





## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-044445

(43)Date of publication of application : 08.02.2002

(51)Int.Cl.

H04N 1/405  
G06T 5/00

(21)Application number : 2000-220178 (71)Applicant : FUJI XEROX CO LTD

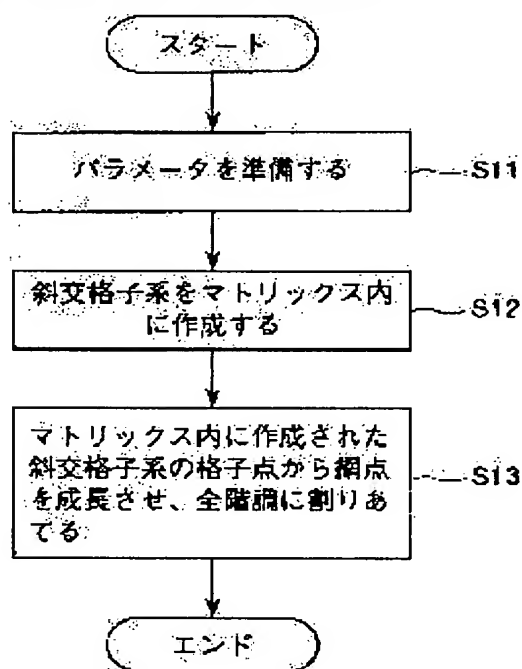
(22)Date of filing : 21.07.2000 (72)Inventor : ISHIZAKA KANYA

(54) IMAGE PROCESSOR AND IMAGE PROCESSING METHOD, AND METHOD FOR GENERATING THRESHOLD MATRIX FOR GENERATING HALFTONE IMAGE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a method for generating a threshold value matrix, making the most use of the advantages of dot and blue noise, in which processing itself is the conventional one-point comparison system.

SOLUTION: At the time of generating an oblique screen using an oblique lattice, parameters and screen parameters of an oblique lattice system are prepared (step S11), an oblique lattice system is then generated within a matrix (step S12), and dots are grown from the lattice points of the oblique lattice system generated in the matrix and assigned for the entire gray scale (step S13).



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.08.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**\* NOTICES \***

**JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] While defining global concentration growth by determining the growth direction of a dot by the predetermined approach from the point which is the image processing system which halftone-izes a multi-tone image using a threshold matrix, and was defined beforehand arranging [ basic dot ] A storage means to store the threshold matrix which comes to set local concentration growth by determining the priority of a dot based on blue noise figure from said point arranging [ basic dot ], The image processing system characterized by having a comparison means to compare the multi-tone image inputted with the threshold given by said threshold matrix stored in said storage means, and to obtain a halftone-sized image.

[Claim 2] the image processing system according to claim 1 characterize by to use lattice point arrangement which maintain a respectively fixed include angle to a x axis and the y-axis on a flat surface , and make a continuous oblique intersection grid as a point of said threshold matrix arrange [ basic dot ] when said oblique intersection grid system be put in order , as the oblique intersection grid system be define by the oblique intersection grid parameter which consist of the number of dots for character on soft copy , a matrix lengthwise direction division component , and a matrix longitudinal direction division component and each side touched .

[Claim 3] While defining global concentration growth by determining the growth direction of a dot by the predetermined approach from the point which is the image-processing approach which halftone-izes a multi-tone image using a threshold matrix, and was defined beforehand arranging [ basic dot ] The threshold matrix which comes to set local concentration growth by determining the priority of a dot based on blue noise figure from said point arranging [ basic dot ] is prepared beforehand. The image-processing approach characterized by comparing the multi-tone image inputted with the threshold given by said threshold matrix, and obtaining a halftone-sized image.

[Claim 4] the image processing approach according to claim 3 characterize by use lattice point arrangement which maintain a respectively fixed include angle to a x axis and the y-axis on a flat surface , and make a continuous oblique intersection grid as a point of said threshold matrix arrange [ basic dot ] when said oblique intersection grid system be put in order , as the oblique intersection grid system be define by the oblique intersection grid parameter which consist of the number of dots for character on soft copy , a matrix lengthwise direction division component , and a matrix longitudinal direction division component and each side touched

[Claim 5] It is the creation approach of a threshold matrix used in case a multi-tone image is halftone-sized. The global concentration decision process of defining global concentration growth of a threshold matrix by determining the growth direction of a dot by the predetermined approach from the point defined beforehand arranging [ basic dot ], The creation approach of the threshold matrix characterized by having the local concentration decision process of defining local concentration growth of a threshold matrix by determining the priority of a dot based on blue noise figure from said point arranging [ basic dot ].

[Claim 6] the creation approach of the threshold matrix according to claim 5 characterize by to use lattice point arrangement which maintain a respectively fixed include angle to a x axis and the y-axis on a flat surface , and make a continuous oblique intersection grid as a point of said threshold matrix arrange [ basic dot ] when said oblique intersection grid system be put in order , as the oblique intersection grid system be define by the oblique intersection grid parameter which consist of the

number of dots for character on soft copy , a matrix lengthwise direction division component , and a matrix longitudinal direction division component and each side touched

[Claim 7] The creation approach of the threshold matrix further characterized by having the threshold arrangement decision process of opting for threshold arrangement of the whole threshold matrix from said local concentration growth defined at said global concentration growth defined at said global concentration decision process, and said local concentration decision process in the creation approach of a threshold matrix according to claim 5 or 6.

[Claim 8] While forming said oblique intersection grid in a threshold matrix and choosing the point within a threshold matrix arranging [ basic dot ] from each oblique intersection lattice point with said oblique intersection grid parameter defined beforehand at said global concentration decision process Dot growth is carried out in the sequence based on distance with the oblique intersection lattice point which corresponds from each of that selected point arranging [ basic dot ], respectively. At said local concentration decision process Give the priority based on blue noise figure to all the points arranging [ basic dot ], and the point that the number of growth is equivalence among the all points which carried out specified quantity growth from each point arranging [ basic dot ] is summarized to coincidence, respectively. The creation approach of claim claims 5 and 6 characterized by giving the priority based on said blue noise figure, respectively, or a threshold matrix given in seven.

[Claim 9] At said global concentration decision process, said oblique intersection grid from which the lattice point serves as an integer is formed in a threshold matrix with said oblique intersection grid parameter defined beforehand. While choosing from each oblique intersection lattice point the point arranged regularly arranging [ basic dot ] into a threshold matrix Dot growth is made to carry out in the predetermined direction from each of that selected point arranging [ basic dot ]. At said local concentration decision process Give the priority based on blue noise figure to all the points arranging [ basic dot ], and the point that the number of growth is equivalence among the all points which carried out specified quantity growth from each point arranging [ basic dot ] is summarized to coincidence, respectively. The creation approach of claim claims 5 and 6 characterized by giving the priority based on said blue noise figure, respectively, or a threshold matrix given in seven.

[Claim 10] In the creation approach of a threshold matrix according to claim 7, 8, or 9 further After temporary creation of the threshold matrix is carried out at said threshold arrangement decision process, the dot which takes the threshold of the density range defined beforehand is chosen from the inside of a matrix. The creation approach of the threshold matrix which gives the priority based on said blue noise figure, and is newly characterized by having the process which creates a final threshold matrix by rearranging the threshold in the selected concentration to the selected dot.

[Claim 11] Said blue noise figure for determining the priority of the dot within said threshold matrix As [ be / ideal to make it filled up with a radii circle, such as a predetermined number, in a matrix, and to distribute the central point of each circle equally in a matrix ] With the area value of the lap part of each circle at the time of creating a circle using the ideal radius value which makes a variable the number of dots for character on soft copy obtained based on plane geometry, and the number of circles, and having arranged in a matrix The creation approach of the threshold matrix according to claim 7, 8, 9, or 10 characterized by what is defined with a different ideal radius value for every number of dots.

[Claim 12] Said blue noise figure for determining the priority of the dot within said threshold matrix As [ be / ideal to make it filled up with a radii circle, such as a predetermined number, in a matrix, and to distribute the central point of each circle equally in a matrix ] Create a circle using the ideal radius value which makes a variable the number of dots for character on soft copy obtained based on plane geometry, and the number of circles, and the radius value of each circle with the integral value of the area value of the lap part at the time of making it change in the predetermined range which makes the number of circles a variable The creation approach of the threshold matrix according to claim 7, 8, 9, or 10 characterized by what is defined with a different ideal radius value for every number of dots.

[Claim 13] In case the priority of the dot within said threshold matrix is determined, after setting priority to an object dot by random or the predetermined approach beforehand When two dots from which a number differs according to the dot selection ranking defined beforehand are chosen and a number is replaced Said blue noise figure changed to all the values between two numbers, and a number will be kept changed if it was good rather than the front. The creation approach of the

threshold matrix according to claim 7, 8, 9, or 10 characterized by newly reassigning a number by performing processing in which a number will be again returned with exchange if it is getting worse until exchange of two dots stops occurring also at once about no numbers.

[Claim 14] The creation approach of the threshold matrix according to claim 9 characterized by determining growth sequence automatically that growth of a dot will serve as the Rhine mold from arrangement of an oblique intersection grid at said global concentration decision process when dot growth is made to carry out in the predetermined direction from said each selected point arranging [ basic dot ].

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] Especially this invention relates to the image processing system which carries out halftone-ized (binarization) processing of the multi-tone image, its art, and the creation approach of a threshold matrix used in the case of the halftone-izing about an image processing system, the image-processing approach, and the creation approach of the threshold matrix for halftone image generation.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the field of printing, in case a multi-tone image is halftone-ized (binarization), it covers in the shape of a tile by the threshold matrix which has saved the former image, a pixel value is compared, and if the compound value is larger than a threshold, ON (an on-dot / black dot) and the one-to-one comparison method which obtains a binary picture in turning off a dot if small (an off-dot / white dot) are used in the dot for many years. And the threshold within a threshold matrix is usually arranged so that a halftone dot may be formed.

[0003] The halftone image by the one-to-one comparison method has a light processing load, and in order to have the advantage that the stable output can be performed but on the other hand to express a former image by the halftone dot to which dots gathered, it also has the fault of resolution falling and becoming the small-fire beam image of a profile. Usually, in printing, a halftone dot is conspicuous with 100 lpi (halftone dot by which 100 dots per inch are struck) extent, and resolution is also low.

[0004] Then, the number of halftone dots is increased according to output resolution, although raising resolution is performed, when resolution becomes high, a grid-like pattern becomes easy to be shortly in sight, and there is a fault that concentration change of a halftone becomes is easy to be recognized as change of a pattern. Therefore, also when resolution is raised to some extent, creating the threshold matrix a grid-like pattern cannot be in sight easily is called for.

[0005] When creating the screen for a color output, the screen of 4 classification by color of C (cyanogen), M (Magenta), Y (yellow), and K (black) must usually be created. In this case, all the screens of 4 classification by color are created with a rectangular grid with the same include angle and the number of lines, the so-called color moire that the lap condition of the dot of a different color for the delicate gap in the case of an output will shift if a halftone is imposed and outputted happens, and making an output image ugly is known.

[0006] For this reason, even if a delicate gap takes place to a color output, the screen into which the halftone dot include angle of each color from which stability is acquired was changed is used for the lap condition of a dot (it takes so that the number of halftone dot lines of each color may also suit a demand). Under the present circumstances, another problem that moire occurs from interference of a different halftone dot include angle occurs. Then, the screen include angle of each color is chosen, respectively so that moire may become the pattern which is called a rosette pattern and which cannot be most easily conspicuous. For example, combination, such as C:15 degrees, M:75 degrees, K:45 degrees, and Y:0 etc. times, is taken.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As mentioned above, that from which the number of target lines is obtained, each color include angle is further changed as a screen for a color output, and

a rosette pattern is obtained well is needed. However, like 15 degrees or 75 degrees in fact, the halftone dot lattice point cannot be arranged in at equal intervals in a matrix, and a target include angle cannot be strictly filled with the halftone dot grid of a non-rational tangent value (what a tan value is not expressed with a fraction to).

[0008] An include angle can be more correctly reproduced by arranging the small cel from which a configuration differs in the threshold matrix of big size about this point using the super tile method indicated by JP,3-187676,A. On the screen of this method, a non-rational tangent value is first approximated with a rational tangent value, and the method which assigns the halftone dot grid so that the number of target lines can be realized is used into the square field which has the include angle of this rational tangent value next.

[0009] In this case, since the cell sizes equal and calling "the problem of a cell size ununiformity" in a matrix differ, the problem that a rough deposit appears in a halftone image generates arrangement of each halftone dot nucleus. If the problem of a cell size ununiformity is not solved, a rough deposit will occur in an output image and it will become ugly. However, since few biases of a dot are especially reflected in an output image in low resolutions, such as 600dpi, the dissolution of the problem of a cell size ununiformity is difficult. Therefore, as a screen at the time of a low resolution, the thing of a rational tangent value include angle is desirable.

[0010] As another trouble of a rectangular mesh line screen, the number of target lines of each color is secured, and further, in order to create the halftone dot include angle of each color so that a rosette pattern may be obtained, there is a point that big constraint starts the size of a matrix. In case screen treatment is performed by hardware, as for the point of processing speed to the screen number of dots for character on soft copy, it is most desirable that it is  $2n$ . However, it is difficult to create the screen which fills the target number of halftone dot lines and a target include angle with each color in  $2n$  size.

[0011] There is the blue noise mask method as the another technique of the half TONINGU method. The blue noise mask method is the method of removing a low-frequency component as much as possible in a threshold matrix, adopting as a threshold the blue noise pattern which made distribution of a dot homogeneity, performing an one-to-one comparison, and obtaining a binary picture.

[0012] As a method of creating a blue noise mask, reference "Proc.SPIE, 1913, 332-343 (1993), R.Ulichney" "The Void-and-cluster method for dither arraygeneration" etc. is well-known, for example. Since the shade is expressed by the change in a very small dot, the image obtained by the blue noise mask method has resolution higher than a halftone dot, and a grid-like pattern is not in sight. Moreover, since the dot is arranged at random, in the case of a color output, there are no worries about moire or Rosetta.

[0013] However, by the blue noise mask method, the local rough deposit resulting from a dot being random and the global rough deposit which makes a period the number of dots for character on soft copy since a random pattern is periodically repeated and arranged in the case of halftone-izing tended to appear, and it has led to deterioration of image quality. Therefore, in the blue noise mask method, regularity is given to the dot arrangement within a threshold matrix, or smoothing arrangement of a dot more is called for.

[0014] Moreover, although the screen treatment in which the advantage of the both sides of the halftone by halftone dot formation and the halftone by blue noise nature is employed efficiently is also proposed, there is a problem that a processing load becomes heavy and the threshold matrix creating method for the processing itself being the usual one-point comparison method, and having harnessed the advantage of a halftone dot and a blue noise is searched for too.

[0015]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, by this invention, a threshold matrix is created by defining global concentration growth of a threshold matrix and defining local concentration growth of a threshold matrix by subsequently determining the priority of a dot based on blue noise figure from the point arranging [ basic dot ] by determining the growth direction of a dot by the predetermined approach from the point defined beforehand arranging [ basic dot ] first. And a multi-tone image is halftone-ized using this threshold matrix.

[0016] When the above-mentioned threshold matrix is repeated and arranged in a flat surface and a multi-tone image is halftone-ized, the arrangement location of a dot becomes [ the magnitude and



growth sequence of each dot ] irregularly and uniform in each location on a flat surface regularly and periodically with the period of the die length below a matrix period.

[0017]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained to a detail with reference to a drawing.

[0018] Drawing 1 is the block diagram showing an example of the configuration of the image processing system concerning 1 operation gestalt of this invention. In drawing 1, the image processing system 10 concerning this operation gestalt has the drawing section (color transducer) 11, the binarization processing section 12, and the drawing memory 13, performs predetermined processing to the multiple-value image data inputted from an external device 20, for example, a host computer, and outputs the image data after the processing to the image output section (IOT) 30.

[0019] The 8-bit image data of R (red), G (green), and B (blue) is inputted into this image processing system 10 from a host computer 20. Color conversion is carried out in the drawing section 11 at the 8-bit image data of C (cyanogen), M (Magenta), Y (yellow), and K (black), and this image data is supplied to the binarization processing section 12. The image data by which binarization (halftone-izing) was carried out is supplied to the image output section 30 via the drawing memory 13 in this binarization processing section 12.

[0020] The binarization processing section 12 is the processing section which halftone-izes multiple-value image data, and as shown in drawing 2, it has the composition of having the threshold matrix storage section 21 and a comparator 22. A threshold matrix is beforehand stored in the threshold matrix storage section 21. A comparator 22 compares the multiple-value image data inputted with the threshold data given from the threshold matrix stored in the storage section 21, and outputs the binarization data according to the comparison result as halftone dot image data.

[0021] In the image processing system 10 of the above-mentioned configuration, although a threshold matrix will be beforehand stored in the threshold matrix storage section 21 for halftone-ized processing in the binarization processing section 12, the method of creating this threshold matrix is just going to consider as the description of this invention. This threshold matrix generates the nucleus of a halftone dot using a rectangular grid or an oblique intersection grid, and is usually created by performing growth doubled with the target halftone dot configuration from this nucleus.

[0022] Here, the screen which used for the threshold matrix the rectangular grid which had an arbitration include angle to space coordinates is called a rectangular grid screen, and the screen at large created from the grid in which the intersection include angle of a grid contains things other than 90 degrees is called the oblique intersection grid screen. A rectangular grid screen is the case where the intersection include angle of a grid is 90 degrees, when an oblique intersection grid screen is special. The oblique intersection grid screen of fulfill [ the conditions of screen size broader than a rectangular grid screen, an include angle, and the number of lines ] is clear from this.

[0023] An oblique intersection grid is created in the parallel straight line of an include angle theta and an include angle omega to the x axis of space coordinates, and the y-axis, respectively. In this case, although the line spacing of an parallel straight line must take a fixed value, as shown in drawing 3, it is possible to take the line spacing l1 and l2 from which each include angle differs. In this invention, the approach for creating an oblique intersection grid like drawing 3 easily on a flat surface is offered.

[0024] Here, generally an oblique intersection grid is defined first and the property is considered. following numbers of combination -- receiving -- the oblique intersection grid system K -- {(w, h) -- (x1, y1), and} (x2, y2) are defined.

(w, h), (x1, y1) (w (x2, y2), h: real number, w, h > 0; x1, x2, y1, y2: an integer, x1, x2! = 0),

If it becomes x1 < 0, what reversed the positive/negative of x1 and y1, respectively will be again reput on x1 and y1. If it becomes x2 < 0, it will be made the same also about x2 and y2.

[0025] As shown in drawing 4, the rectangle of Breadth w and a dip h is taken. Next, the parallel straight-line group corresponding to the integer pair in y1 > 0 (x1, y1) is defined. Rectangular left part is set to l1, the right-hand side is set to l2, the lower limit of p (1 x1) and the right-hand side l2 is set to p (2 0), and upper limit is set [ the lower limit of left part l1 ] to p (2 x1) for p (1 0) and upper limit. Left part l1 is divided equally xone, and p (1 1), --, p (1 x1-1), and an identifier are given to each equally dividing point from p (1 0) at near order. Similarly, the right-hand side l2 is divided

equally  $x_{01}$ , and  $p(2, 1)$ , ...,  $p(2, x_1 - 1)$ , and an identifier are given to each equally dividing point from  $p(2, 0)$  at near order.

[0026] Furthermore, the side  $l_2$  is extended to Point  $p(2, x_1)$  side, and the point which only distance  $(h/x_1)$  and  $|y_1|$  separated from Point  $p(2, x_1)$  on the production is made into the assisting point Q. The assisting point Q is equivalent to the point p on the rectangular side  $l_2(2, |y_1|)$ , if it becomes  $x_1 > y_1$ , and if it becomes  $x_1 < y_1$ , the assisting point Q will be on the production besides a rectangle. Drawing 4 (a) In - (c), this drawing (d) - (f) shows [ case / of  $x_1 > y_1$  ] the example of arrangement of a point about the case of  $x_1 < y_1$ , respectively.

[0027] Next, all the straight lines that pass along Point  $p(i, j)$  ( $i = 1, 2, j = 0, \dots, x_1$ ) by the straight line with the same inclination as the inclination of the segment at the time of connecting Point  $p(1, 0)$  and the assisting point Q are formed in a rectangle. Of the above, the parallel straight-line group corresponding to an integer pair  $(x_1, y_1)$  is formed. In the case of  $y_1 < 0$ , the same parallel straight-line group is created, using left part as  $l_2$  using the rectangular right-hand side as  $l_1$ .

[0028] About an integer pair  $(x_2, y_2)$  and  $y_2 > 0$ , shortly [ of the same rectangle ], shortly, the surface is set to  $l_1$ , the lower side is set to  $l_2$ , shortly, the left end of  $p(1, x_2)$  and the lower side  $l_2$  is set to  $p(2, 0)$ , a right end is set [ the left end of the surface  $l_1$  ] to  $p(2, x_2)$  for  $p(1, 0)$  and a right end, and the same parallel straight-line group as the above is created. In the case of  $y_2 < 0$ , the lower side is set to  $l_1$ , the surface is set to  $l_2$ , and it creates similarly. the parallel straight-line group of the rectangle obtained by the above and its interior -- collecting -- the oblique intersection grid system  $K -- \{(w, h) -- (x_1, y_1), \text{ and } (x_2, y_2)\}$  are defined (this is hereafter called definition 1).

[0029] the oblique intersection grid system  $K -- \{(w, h) -- (x_1, y_1), \text{ and } (x_2, y_2)\}$ , and an oblique intersection grid system [several 1]

$K\{(w, h), (\pm x_1, \pm y_1), (\mp x_2, \mp y_2)\}$

\*\*\*\* -- equal (double sign same order in a parenthesis, double sign arbitration outside a parenthesis). furthermore, the oblique intersection grid system  $K -- \{(w, h) -- (y_2, -x_2), \text{ and } (y_1, -x_1)\}$  also take the same oblique intersection grids structure (equal). moreover, vertical reversal and right-and-left reversal -- both --  $K -- \{(w, h) -- (x_1, -y_1), \text{ and } (x_2, -y_2)\}$  -- it is -- 90-degree rotation --  $K -- \{(w, h) -- (x_2, y_2), \text{ and } (x_1, y_1)\}$ .

[0030] It is related with  $(x_1, y_1)$ , and  $(x_2, y_2)$ . two oblique intersection grid systems  $K -- \{(w, h) -- (2w, h) -- (2x_1, y_1), \text{ and } (2x_2, y_2)\}$  -- what touched each left part and right-hand side -- the oblique intersection grid system  $K -- \{(2w, h) -- (2x_1, y_1), \text{ and } (2x_2, y_2)\}$  -- what became the same structure as  $(x_1, y_1)$ , and  $(x_2, y_2)$ , and touched the lower side and the surface -- the oblique intersection grid system  $K -- \{(w, 2h) -- (x_1, 2y_1), \text{ and } (x_2, 2y_2)\}$  -- it becomes the same structure as  $(2x_1, y_1)$ , and  $(x_2, y_2)$ . therefore, the oblique intersection grid system  $K -- \{(w, h) -- (x_1, y_1), \text{ and } (x_2, y_2)\}$  -- a flat surface -- the shape of a tile -- a wrap -- things are made and an oblique intersection grid can be carried out on a flat surface.

[0031] the oblique intersection grid system  $K -- \{(w, h) -- (x_1, y_1), \text{ and } (x_2, y_2)\}$  -- the point in an oblique intersection grid system which serves as the lattice point of the oblique intersection grid on the flat surface acquired as mentioned above shall be called the lattice point of an oblique intersection grid system to  $(x_1, y_1)$ , and  $(x_2, y_2)$  However, the point on the surface of the rectangle of an oblique intersection grid system and the right-hand side is excepted. Moreover, the coordinate value  $(x, y)$  at the time of taking the intersection of the rectangular lower side and left part in the direction of the lower side from the zero of an oblique intersection grid system, and a call and a zero, and taking the y-axis in a x axis and the direction of left part is defined as the coordinate in a grid system.

[0032] the oblique intersection grid system  $K -- \{(w, h) -- (x_1, y_1), \text{ and } (x_2, y_2)\}$  -- the following four properties are realized about  $(x_1, y_1)$ , and  $(x_2, y_2)$  (this is hereafter called a property 1).

(1) The include angle of an parallel straight-line group is given below to a plane x axis and the direction of the y-axis, respectively.

$\tan^{-1}(h_1/w_1), \tan^{-1}(h_2/w_2)$

(2) The distance between the parallel straight lines of an parallel straight-line group is given below, respectively.

$W \cdot h / \sqrt{w^2 x_1^2 + h^2 y_1^2}, w \cdot h / \sqrt{h^2 x_2^2 + w^2 y_2^2}$

(3) The number of the lattice points of an oblique intersection grid system is given by  $x_1$  and  $x_2 + y_1$ , and  $y_2$ .

(4) If both the following numbers are integers, all the lattice points of an oblique intersection grid

system will take an integer coordinate.

$w-x1/(x1 \text{ and } x2+y1, y2), h-y1/(x1 \text{ and } x2+y1, y2)$

In addition, the value of (3) can be acquired by breaking a rectangular area by area of the parallelogram in an oblique intersection grid system.

[0033] for example, the oblique intersection grid system  $K -- \{(72 \ 84) -- (7, 2), \text{ and } \} (4 \ -2)$  come to be shown in drawing 5. Drawing 5 attaches and shows the sunspot for convenience at the lattice point. Moreover, it is include-angle:  $\tan^{-1} (1/3)$  of - parallel straight-line group, and  $\tan^{-1} (-7/12)$  from (1) - (3) of a property 1.

- Distance between parallel straight lines : 11.384, --, 16.545 -- The number of - lattice points : 24 (equivalent to the sunspot of drawing 5)

If the number of (4) of a next door and a property 1 is calculated, both the lattice points of all will take an integer coordinate because of an integer.

[0034] Since it can cover a flat surface with a tile as point \*\* of the oblique intersection grid system obtained as mentioned above was carried out, it can be used as a matrix of a screen. Hereafter, the approach and the property in the case for using this oblique intersection grid system for an oblique intersection halftone dot screen as it is, and a still more concrete algorithm are described.

[0035] the oblique intersection grid system  $K -- \{(w, h) -- \text{in order to apply } (x1, y1), \text{ and } \} (x2, y2)$  to an oblique intersection screen, the screen matrix of the empty of Breadth  $w$  and a dip  $h$  ( $w$  and  $h$  are a positive integer) is prepared first. and the oblique intersection grid system  $K -- \{(w, h) -- (x1, y1), \text{ and } \} (x2, y2) --$  the inner lattice point is mapped to the screen matrix of this empty. In this case, although what is necessary is just to replace in a matrix as it is when the lattice point of an oblique intersection grid system has taken the integer coordinate, in not taking an integer coordinate value, it adopts the integer coordinate nearest to the coordinate value of the lattice point as the lattice point within a matrix.

[0036] The lattice point is set in a screen matrix by the above. The rest grows up a halftone dot from this lattice point, and, finally acquires a screen matrix.

[0037] here -- the oblique intersection grid system  $K -- \{(w, h) -- (x1, y1), \text{ and } \} (x2, y2)$  to size -- resolution  $dw \ xdh$  of  $w \times h$  Suppose that the oblique intersection halftone dot screen matrix for [dot/inch] is created. At this time, the following thing can be said from the previous property 1. namely, the oblique intersection grid system  $K -- \{(w, h) -- \text{the oblique intersection screen of } (x1, y1), \text{ and } \} (x2, y2)$  to size  $w \times h --$  creating -- resolution  $dw \ xdh$  When outputting by [dot/inch], the screen outputted has the following properties (this is hereafter called a property 2).

[0038] - Oblique intersection grid angle (unit: degree) :  $\tan^{-1} (dw \text{ and } h-y1/dh \text{ and } w-x1), \tan^{-1} (dh \text{ and } w-y2/dw, h, \text{ and } x2)$

- The number of lines (unit: a line/inch) :  $\text{root } () [ dh ] 2w2x12+dw \ 2h2y12/w-h, \text{ root } () [ dw ] 2h2x22+dh \ 2w2y22/w-h$  and resolution (unit: dot/square inch): -- number of considerable lines in whole  $dw$  and  $dh/(x1 \text{ and } x2+y1, y2) w-h$  (unit: line/inch): --  $\text{root } dw$  and  $dh/(x1 \text{ and } x2+y1, y2) w-h$

[0039] Thus, on the oblique intersection screen, different two include angles and numbers of lines in one matrix are contained. Moreover, especially, when the difference of the two numbers of lines is large, there is a case where the comparison of the number of lines becomes impossible simply with a rectangular screen. Therefore, the concept of "the 1 Amount of dots per parallel inch" is introduced as an index which plans resolution, and let the square root of this value be the number of considerable lines in the whole matrix.

[0040] If the above-mentioned formula is used, it will be resolution  $dw \ xdh$  of size  $w \times h$ . In case the oblique intersection halftone dot screen for [dot/inch] is created, a parameter  $x1, x2$ , and  $y1$  and  $y2$  can be chosen so that the target halftone dot include angle and the number of lines may be filled. Moreover, if (4) of a property 1 is used, the conditions from which the lattice point of an oblique intersection grid system serves as all integer coordinates can be judged. It is easy to perform generation of the whole matrix, and there is a property in which an output image is good so that it may say that all the lattice points of an oblique intersection grid system are integer coordinates later.

[0041] moreover -- more -- general -- the oblique intersection grid system  $K -- \{(w, h) -- \text{it is also possible by fluctuating the parameter of } (x1, y1), \text{ and } \} (x2, y2), \text{ and investigating to investigate whether the screen matrix which fills the target halftone dot include angle, the number of lines, and screen size, and takes an integer coordinate exists. Thus, after searching for the optimal conditions}$

beforehand, it is possible to create a screen matrix.

[0042] In addition, in a property 2, although the number of lines about two oblique intersection angles may become larger than both the numbers of considerable lines in the whole, since the grid of another include angle in false may enter with the number of low lines in this case, cautions are required. It can be said that an oblique intersection grid system by which the number of considerable lines in the whole is sandwiched between the two numbers of lines about two oblique intersection angles is generally desirable.

[0043] the oblique intersection grid system K of drawing 5 -- {(72 84) -- if the 72x84 size oblique intersection screen matrix for 2400dpi is created from (7, 2), and} (4 -2) - oblique intersection grid include-angle:tan-1 (1/3) and tan-1 (- 7/12)

- The number of lines : 211,145 [a line/inch]

- Resolution : 22857 [dot/square inch]

- number [ in the whole ] of considerable lines: -- 151 [a line/inch] -- if it becomes considerable and the number of (4) of a property 1 is calculated, both the lattice points of all will take an integer coordinate because of an integer.

[0044] Then, the algorithm which creates an oblique intersection screen using the above-mentioned oblique intersection grid is actually described. This algorithm consists of the following three steps. That is, in order to create an oblique intersection screen, as shown in the flow chart of drawing 6 , a halftone dot is grown up from the lattice point of the process (step S11) for which a parameter is prepared, the process (step S12) which creates an oblique intersection grid system in a matrix, and the oblique intersection grid system created in the matrix, and each processing of the process (step S13) which assigns a whole floor tone is performed. Hereafter, processing at each process is explained concretely.

[0045] First, at the process (step S11) for which a parameter is prepared, the following numbers are introduced as a variable as the parameter and screen parameter of an oblique intersection grid system.

(1) Number of dots for character on soft copy : number of whole floor tones:colS(5) fine-tuning parameter of  $w \times h$  (2) oblique-intersection grid parameter 1:  $x_1$  and  $y_1$  (3) oblique-intersection grid parameter 2:  $x_2$  and  $y_2$  (4) screen : ( $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ) ( $0 < \alpha_1$ ,  $\alpha_2 < 1$ )

(6) The total number of the lattice points :  $dn = x_1 \times x_2 + y_1 \times y_2$  (7) oblique-intersection grid period 1:  $\gcd(x_1, y_1)$  ( $\gcd(x, y)$  is the greatest common measure of  $x$  and  $y$ )

(8) Oblique intersection grid period 2:  $\gcd(x_2, y_2)$  (it is not used in fact)

(9) Amount of steps between dots 1: ( $dx_1$ ,  $dy_1$ ) =  $\{(w \times x_1) / dn, (h \times y_1) / dn\}$

(10) Amount of steps between dots 2: ( $dx_2$ ,  $dy_2$ ) =  $\{(w \times y_2) / dn, (h \times x_2) / dn\}$

(11) The total number of dots per 1 gradation :  $ds = (w \times h) / colS$  [0046] Here, the amount of steps between dots is a vector equivalent to the unit vector which constitutes an oblique intersection grid, as shown in drawing 7 . Two numeric values of (4) of the property 1 which carried out point \*\* mean  $dx_1$  and  $dy_1$ .

[0047] Next, processing at the process (step S12) which creates an oblique intersection grid system in a matrix is explained using the flow chart of drawing 8 .

[0048] this process -- setting -- the inside of a matrix -- the oblique intersection grid system K --  $\{(w, h)$ , while facing setting the lattice point of ( $x_1$ ,  $y_1$ ), and} ( $x_2$ ,  $y_2$ ) and setting number-of-counts C of a dot location to 0 first =  $(-dx_1 - dx_2 + \alpha_1, -dy_1 - dy_2 + \alpha_2)$  is given as a temporary dot location ( $x, y$ ) (step S21), and, subsequently number-of-counts C is incremented (step S22).

[0049] Next, when it judges whether C-1 can divide among  $dn / \gcd(x_1, y_1)$  (step S23) and it is judged that it cannot be businesslike, it is referred to as = ( $x, y$ )  $\{(x + w + dx_1) \% w$  and  $\{(y + h + dy_1) \% h$  (step S24), and, subsequently the  $\{(int) x, y (int)\}$  coordinate within a matrix is adopted as the lattice point (step S25).

[0050] Moreover, when it is judged that it can divide among step S23, it considers as = ( $x, y$ ) ( $x + dx_2$ ,  $y + dy_2$ ) (step S26), and shifts to step S24 after an appropriate time. It repeats until it judges a series of above processings to be  $C = dn$  (the total number of dots per 1 gradation) at step S27.

[0051] The point which added ( $dx_1$ ,  $dy_1$ ) to the temporary dot location, and was added further ( $dx_2$ ,  $dy_2$ ) as 1st dot location by a series of processings mentioned above, i.e., a point, ( $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ) is defined. As 2nd dot location, the point of having added ( $dx_1$ ,  $dy_1$ ) to the 1st dot location is defined.

Generally, the point of having added (dx1, dy1) to the n-1st points is defined as n-th point.

[0052] However, when an x-coordinate value exceeds w at this time, the value which subtracted w from the coordinate value is adopted according to the conditions of a periodic environment (it is the same also about a y-coordinate). Moreover, in case the lattice point is set and it goes, (dx2, dy2) are added to a coordinate value for every lattice point of a  $dn/gcd(x1, y1)$  individual (this is processing for preventing another lattice point lapping on the already set lattice point). If a coordinate value exceeds (w, h) also in this case, it will change to the dot of a periodic boundary location.

[0053] By the above processing, the lattice point of dn individual can be obtained in a matrix.

Notionally, the technique of creating this oblique intersection grid system in a matrix can create a right triangle from an oblique intersection grid system, can carry out dn division into equal parts of that oblique side, can embed each coordinate of an equally dividing point in a matrix, and can consider it with the model of considering as the lattice point.

[0054] for example, the oblique intersection grid system K -- {(w, w) -- (3, 1),} (4 1), and K -- {(w, w) -- the concept of the algorithm at the time of acquiring a matrix from (4, 2), and} (4 1) is explained. Respectively, the component (3 1) of an oblique intersection grid and the right triangle to the direction of a component (4 2) are created.

[0055] the oblique intersection grid system K -- {(w, w) -- in (3, 1), and} (4 1), it is shown in drawing 9 (A) -- as -- a base -- 3 -- the hypotenuse of w and w is divided into 13 pieces (=  $3*4+1*1$ ), and each dividing point is dropped on a matrix for the point at the lower left of triangular as a point at the lower left of a matrix in an order from the point at the lower left of triangular. If an x-coordinate value becomes larger than w in that case, w will be subtracted from the value. Thus, the lattice point is created on a matrix. Generally, a y-coordinate may exceed height h of a matrix and, similarly subtracts h from the value in that case.

[0056] the oblique intersection grid system K -- {(w, w) -- in (4, 2), and} (4 1), as shown in drawing 9 (B), a base divides the hypotenuse of 4w and 2w into 18 pieces (=  $4*4+2*1$ ), and a dividing point is similarly dropped on a matrix. in this case -- although it can count from the lower left and can drop on a matrix like [ the 9th point (=  $dn/gcd(x1, y1) = 18/2$ ) ] previously -- the 10th point -- the 1st point -- that is, (0 0), it will lap.

[0057] Therefore, in case the 10th point is dropped on a matrix, dx2 and dy2 are added to x and a y-coordinate value, respectively, and what shifted the phase is used. In addition, dx2 and dy2 are equivalent to the amount of steps at the time of dividing into 18 equally the hypotenuse of base 4w and w obtained from another parallel grid parameter (4 1). Subsequent points shift a phase similarly and create a point (equivalent to the flake of drawing 9 (B)). Thus, the lattice point is created on a matrix.

[0058] general -- the oblique intersection grid system K -- {(w, h) -- in case (x1, y1), and} (x2, y2) are created, when the concept of a right triangle is applied, a triangle as shown in drawing 10 will be used. In case the  $dn=x1*x2+y1*y2$  piece lattice point (lattice point spacing (dx1, dy1)) on a triangular oblique side is moved in a matrix and it goes, only (dx2 and dy2) shift and arrange all the subsequent lattice points for every lattice point of a  $dn/gcd(x1, y1)$  individual.

[0059] Next, a halftone dot is grown up from the lattice point of the oblique intersection grid system created in the matrix, and processing at the process (step S13) which assigns a whole floor tone is explained.

[0060] At this process, the threshold corresponding to a whole floor tone is defined by growing up a dot from the lattice point of dn individual defined in the matrix at step S12. The threshold is created growing up each dot by the number ds of dots per 1 gradation. On the usual screen, it takes to the-256 number of whole floor tones.

[0061] In addition, in this process, although the method into which a black dot is grown up gradually was described, the direction which improves symmetric property of a black dot and a white dot, namely, makes symmetrical the dot arrangement property of the highlights section (low concentration section) and the shadow section (high concentration section) on the whole screen may be stabilized by halftone-ization.

[0062] therefore, in creating such a screen the lattice point for all black dots obtained at step S12 --  $\{(dx1+dx2)/2, (dy1+dy2)/2\} = \{(only\ h-(-x2+y1)/w-(x1+y2)/2dn\ and\ 2dn\}$  is shifted) dn individual creation of the lattice point for white dot (off-dot) generating is carried out in the location

in consideration of a periodic boundary. At this time, the physical relationship of the white dot to a black dot is shown in drawing 11. Thus, what is necessary is to carry out an individual preparation of the lattice point for a black dot and white dots beforehand, respectively, and just to grow up a black dot and a white dot by turns.

[0063] for example, the oblique intersection grid system K -- {(64 32) -- if the screen for 600dpi is created from (8, 8), and} (12 4) -- the number of - lattice points -- :128 and oblique intersection grid include-angle:tan-1 (1/2), and tan-1 (2/3)

- The number of lines : 168,135 [a line/inch]

- Resolution : 22500 [dot/square inch]

- number [ in the whole ] of considerable lines: -- 150 [a line/inch] -- if it becomes considerable and the number of (4) of a property 1 (the amount 1 of steps between dots) is calculated, both the lattice points of all will take an integer coordinate because of an integer.

[0064] Here, suppose that the screen of 256 gradation used on the usual screen is created.

- number [ of a screen ] of whole floor tones: -- colS=256 and fine-tuning parameter: (alpha1, alpha2) -- = (0 0) (all the lattice points do not carry out fine tuning because of an integer coordinate)

[0065] The following numbers are computed from the above-mentioned parameter.

- It is amount of steps 1:(dx1, dy1) = (4 2) between oblique intersection grid period 1:8, oblique intersection grid period 2:4, and a dot.

- Amount of steps between dots 2:(dx2, dy2) = (2 3)

- The total number of dots per 1 gradation : ds=8[0066] From the above parameter, a screen matrix is created according to processing at step S13. drawing 12 -- the oblique intersection grid system K -- {(64 32) -- (8, 8), and lattice point arrangement of} (12 4) are shown.

[0067] When both the distance parameter between dots (dx1, dy1), and (dx2, dy2) take an integral value, the lattice point within a matrix is regularly located in a line. In such a case, if a halftone dot is grown up by the approach described below, good dot arrangement will be obtained.

[0068] First, a mesh line grown method in case the distance parameter between dots (dx1, dy1), and (dx2, dy2) are integral values is described.

[0069] As already stated, in the case of the screen using an oblique intersection grid system, the different number of lines for every include angle appears. When each dot is temporarily grown up in the shape of a halftone dot and it goes, a dot begins to be soon connected in the number direction of low lines, and the number side of low lines mainly comes to be conspicuous. Then, suppose that a grown method with which the number side of high lines becomes a subject as much as possible is taken using the method of making it grow up to be the number side of high lines in the shape of Rhine.

[0070] When the distance parameter between dots is an integral value, similarly all the grown methods of each halftone dot can be done. Therefore, it is following two that it is necessary to decide.

\*\* The grown method of a dot (if it sets about one dot, after that [ all ], it is the same)

\*\* Make it become the Rhine mold as an example based on the parameter of an oblique intersection grid system about the order [ of growth ] above-mentioned \*\* of each dot, and make it make it grow up to be homogeneity by the whole matrix as much as possible using the technique like a blue noise mask about the above-mentioned \*\*. Below, each algorithm of \*\* and \*\* is explained.

[0071] \*\* the grown method oblique intersection grid system K of a dot -- {(w, h) -- carry out dot growth in (x1, y1), and the form where the grid of the direction (x1, y1) of} (x2, y2) is connected with Rhine. One lattice point A= (ax, ay) is chosen from the inside of an oblique intersection grid system, and lattice point B= (bx, by) of the point seen and connected with a direction (x1, y1) is chosen.

[0072] First, straight-line f (x) which connects Point A and Point B as shown in drawing 13 is created, and they are  $x=ax+q$ ,  $ax+1+q$ ,  $ax+2+q$ , --,  $bx-1+q$ . ( $q=0.5$ )

It is alike, it is related, a point (x f (x)) is scanned, and sequence is attached to the dot in which this point is included from No. 0. If  $x=bx-1+q$  is completed, the parallel displacement of the straight-line f (x) will be carried out so that it may pass along an epilogue in a straight line and Point A and point C= (cx, cy) may be passed along the point of distance alpha from Point A on this straight line.

[0073] By making into the starting point the intersection of straight-line f (x) which carried out the



parallel displacement to the straight line AC now, as similarly as the point, a straight-line top is scanned in the direction of a x axis every [ 1 ], and it is numbered. At this time, it is newly made not to assign a number about the dot to which the number was already taken. If it finishes investigating all points, only alpha will make the parallel displacement of the straight-line f(x) carry out in the direction of Point C again, and the same scan will be performed.

[0074] The above scan will once be ended, if the numbered number of dots is set to  $dn/2 = (x1*x2+y1*y2) / 2$ . Next, dot growth is carried out by the same approach also about a white dot, and a number is assigned to  $dn / \text{two dots}$ . The Rhine mold grown method of each dot is defined by the above.

[0075] In addition, you may make it use a desirable dot grown method for arbitration in grown method \*\* of a dot, without using the above-mentioned algorithm.

[0076] \*\* Since the growth principle was defined, the growth \*\*\*\* dot of each dot and a white dot need to determine shortly the sequence that the dot of  $dn$  individual in a matrix grows. When creating the matrix of the number colS of gradation, only  $w*h/colS$  defines each threshold in a matrix. If it is  $dn=w*h/colS$ , growth of a halftone dot is easy, but when that is not right, the technique of adjusting concentration by the whole matrix is needed.

[0077] Then, first, the following principles are used for all the black dots of  $dn$  individual within a matrix, the sequence from 0 to  $dn$  is assigned to them, and a threshold decision is made combining the grown method of each halftone dot defined with this sequence and the grown method of a previous dot. Thus, sequence is given to the lattice point within a matrix. The set of the whole lattice point within a matrix is set with K. Moreover, a periodic boundary condition is attached in a matrix and the distance of Euclid is put in. The concrete procedure is explained along with the flow chart of drawing 14 .

[0078] The sequence of determining the thresholds from 0 to  $dn-1$  is first decided by  $p(n)$ , and ( $n=0, --, dn-1$ ) (step S31). Here,  $p:\{0, --, dn-1\} \rightarrow \{0, --, dn-1\}$  is taken as an one-to-one map. Next, the numbers from 0 to  $dn-1$  are given at random to the lattice point of  $dn$  individual within a matrix so that the same number may not overlap (step S32).

[0079] As the No. 1 start of threshold decision, it is referred to as  $n=0$  and check value  $Ch=0$  (step S33), and sets with  $q=p(n)+1$  (step S34). Then, the pixel P corresponding to threshold  $p(n)$  is chosen, and the amount  $Cl(P, p(n), q)$  of clusters is measured (step S34). Then, the pixel Q to a threshold  $q$  is chosen, the threshold of P and Q is replaced (step S36), and the amount  $Cl(Q, p(n), q)$  of clusters of Point Q is measured (step S37).

[0080] And the amount  $Cl(P, p(n), q)$  of clusters of Pixel P and the amount  $Cl(Q, p(n), q)$  of clusters of Pixel Q are measured (step S38). Here, if it becomes  $Cl(P, p(n), q) < Cl(Q, p(n), q)$ , since it will be said that the distance between dots has the stable direction of the original threshold, the threshold of P and Q is replaced again and it returns to the original condition (step S39). Then, it judges whether it became  $q=dn-1$  (step S40), and if it is  $q!=dn-1$ , it considers as  $q=q+1$  (step S41), and a series of processings returned and mentioned above to step S35 after an appropriate time will be continued until it becomes  $q=dn-1$ .

[0081] Since the direction of Q will call it good threshold arrangement when it judges with  $Cl(P, p(n), q) \geq Cl(Q, p(n), q)$  at step S38, Q will be changed to P as it is. And it will be referred to as check value  $Ch=1$  once P and Q interchange (step S42). If it becomes  $q=dn-1$ , it will judge whether it became  $n=dn-1$  continuously (step S43). If it is  $n!=dn-1$ , it considers as  $n=n+1$  (step S43), and a series of processings which returned to step S34 and were mentioned above will be repeated after an appropriate time until it becomes with  $n=dn-1$ .

[0082] And if it becomes  $n=dn-1$ , it will mean that the relocation to the better location of a total threshold had finished, but when it judges with  $Ch=1$  at step S45, return and a series of processings again mentioned above as  $n=0$  are repeated to step S33. [0083] which regards it as a convergence condition and ends a series of processings for threshold decision to the case of  $Ch!=1$ ,  $Ch=0$  [ i.e., ], in order to mean that all thresholds had not moved In the processing mentioned above, the amount  $Cl(P, p(n), q)$  of clusters of point  $P**K$  is defined next.  $d(P, Q)$  expresses the distance between Point P and Point Q below, and  $val(P)$  expresses the threshold of Point P to it.

[0084]

[Equation 2]



$$Cl(P, p(n), q) = \sum_{i=p(n)}^q cl(P, i) ,$$

$$\text{where } cl(P, i) = \sum \{ f(P, Q, i) \mid Q \in K, d(P, Q) < 2r(i+1), val(Q) < i \} ,$$

$$\text{where } r(n) = 2^{\frac{1}{2}} \cdot 3^{\frac{1}{4}} \cdot n^{\frac{1}{2}} \cdot w^{\frac{1}{2}} \cdot h^{\frac{1}{2}} ,$$

$$\text{where } f(P, Q, i) = 2 \cos^{-1} \left( \frac{l}{2r} \right) - \frac{l}{r} \sqrt{1 - \left( \frac{l}{2r} \right)^2} , \text{ where } l = d(P, Q), r = r(i+1)$$

[0085] The amount  $Cl(P, p(n), q)$  of clusters is defined by the sum of the amount  $cl(P, i)$  of clusters in each threshold when changing concentration  $i$  from  $p(n)$  to  $q$  in Point  $P$ . When the amount  $cl(P, i)$  of clusters in each threshold creates the circle of ideal radius value  $r(i)$  focusing on the point below a threshold  $i$  among the lattice points within a matrix, total of intersection area of the circle centering on Point  $P$  and the circle which crossed defines it.

[0086] Here, in case ideal radius value  $r(i)$  is arranged so that  $i+1$  circle may not be crossed in a rectangle with the periodic boundary of size  $w \cdot h$ , it is the approximate value when taking the largest possible radius of a circle. Drawing 15 is the conceptual diagram of count of  $cl(P, i)$  value. The amount  $Cl(P, p(n), q)$  of clusters takes total in quest of  $cl(P, i)$  about  $i$  which becomes  $p(n) < i < q$ .

[0087] In here, when threshold  $p(n)$  and  $q$  are replaced, the reason for calculating the amount of clusters between threshold  $p(n)$  and  $q$  is explained. As shown in drawing 16, when threshold  $p(n)$  and  $q$  are replaced, it is only a field between threshold  $p(n)$  and  $q$  that the pattern of an actual halftone changes. Then, the goodness of the dot arrangement at the time of exchanging threshold  $p(n)$  and  $q$  is measured to the total threshold between this threshold  $p(n)$  and  $q$ , and actuation of taking the sum is performed.

[0088] By the way, what is necessary is just to deform a threshold in count of the above-mentioned amount  $cl(P, i)$  of clusters, in measuring the amount of clusters according to a white dot and a black dot. In that case, the ideal radius value  $r(i+1)$  is changed according to the number of the target dot. Moreover, although  $f(P, Q, i)$  value is a formula which asks for the area of the lap part of a simple circle, if the number of dots increases, it will originate in a matrix being discrete space, and constraint strong against dot arrangement will start.

[0089] Therefore, it is also possible for it to be better to use for  $f(P, Q, i)$  that with which is fixed within the limits and it integrated for a while rather than the optimal radius value, using a big value, and to use such a value. Thus, a result with it better [ to deform according to the discrete property of a matrix ] may be obtained, and the function which determines the amount of clusters takes a suitable approach.

[0090] The grown method (the order of growth) of the lattice point defined in the matrix as mentioned above is defined, and the numbers from 0 to  $dn-1$  are assigned to a meaning at each lattice point of  $dn$  individual. In subsequent processings, creation of a final threshold matrix is performed using these.

[0091] First, the growth sequence number  $p$  set to the all points within a threshold matrix ( $x, y$ ) with the grown method of a previous dot is shaken. this time -- the value from 0 to  $w \cdot h / dn - 1$  -- respectively --  $dn$  piece -- it will be assigned. next, the number  $q$  set to each lattice point within a threshold matrix in order of growth of a previous dot -- the [ from a swing and the 1st growing point of each lattice point ] -- the number  $q$  respectively same also by the  $w \cdot h / dn$  growing point is shaken.

[0092] At this time, two kinds of numbers,  $p$  and  $q$ , are broken and given to the all points within a threshold matrix. Then, the number  $q(p+1)$  is newly reassigned to the all points within a matrix. In a threshold matrix, the number from 0 to  $w \cdot h - 1$  is assigned to a meaning by this. The integral part of the value which finally divided the value assigned to the threshold by the number  $colS$  of gradation is adopted as a final threshold. In this way, the threshold matrix of the number  $colS$  of gradation is acquired.

[0093] Moreover, priority can be uniquely attached to all the pixels within a threshold matrix from the sequence of the order of growth of a halftone dot, and the sequence of the order of selection of a halftone dot so that it may understand easily. That is, all pixels can be arranged in a numerical order. Then, it is also possible to acquire a matrix from which the number of thresholds differs by choosing

a dot as the numerical order suitably.

[0094] Next, a mesh line grown method in case the distance parameter between dots (dx1, dy1), and (dx2, dy2) are nonintegral values is described. When the distance parameter between dots is nonintegral, although the problem of the cell size ununiformity in the super cell method screen of Adobe and the same problem occur, notionally, a halftone dot grown method in case the lattice point serves as a nonintegral coordinate is described briefly simply here.

[0095] First, in case the lattice point is created in a matrix from an oblique intersection grid system, the integer coordinate value nearest to the oblique intersection lattice point is adopted as the lattice point within a matrix. Next, unlike the case where a characteristic coordinate value is taken, the whole of each dot cannot be made into the order of growth of homogeneity about a halftone dot grown method.

[0096] Then, as 2nd growing point of each dot, the point nearest to the lattice point of an oblique intersection grid system is chosen, respectively except the lattice point within the already defined matrix, and the point nearest to the lattice point of an oblique intersection grid system is first chosen similarly about the 3rd growing point and the 4th growing point at the point which is not chosen within the matrix yet below. In this way, if it finishes choosing all points, the order of growth of a halftone dot can be decided by the same approach as the above, and a final threshold matrix can be acquired.

[0097] as an example suitable at the end -- the oblique intersection grid system K -- {(64 64) -- the case (the number of the number sidings of high lines is an equivalent for whole 150 line at 168) where the screen for 600dpi is created is explained from (16, 8), and} (12 8). in this case, the oblique intersection grid system K which carried out point \*\* of the grids structure of a screen -- {(64 32) -- it becomes the completely same thing as the case where the screen for 600dpi is created from (8, 8), and} (12 4).

[0098] A threshold matrix is created by the approach of making carry out the equivalence point LGT of all the oblique intersection lattice points every 16 gradation, and carrying out blue noise interpolation of the threshold in the meantime. In this way, the gradation halftone-ized by the created matrix is shown in drawing 17 (B). Drawing 17 (A) is Ordered. It is the gradation halftone-ized by the matrix at the time of making it grow up to be a dither mold. Moreover, the dot arrangement to 16 gradation of these screens is shown in drawing 18 (A) and (B), respectively. This pattern is repeated also for the remaining gradation every 16 gradation.

[0099]

[Effect of the Invention] As explained above, even if big constraint does not start the size of a matrix even if it is the case where the screen which fills the target number of lines and an include angle with a halftone dot screen is obtained according to this invention and a halftone dot screen moreover raises the number of lines, a grid-like pattern is not in sight.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

## [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the outline of the configuration of the image processing system concerning 1 operation-gestalt of this invention.

[Drawing 2] It is the block diagram showing an example of the configuration of the binarization processing section.

[Drawing 3] It is drawing showing the oblique intersection grid created on the flat surface.

[Drawing 4] It is the explanatory view which creates an oblique intersection grid system.

[Drawing 5] the oblique intersection grid system K -- {(72 84) -- it is drawing showing (7, 2), and} (4 -2).

[Drawing 6] It is the flow chart which shows the algorithm which creates an oblique intersection screen.

[Drawing 7] It is drawing showing the amount of steps between dots.

[Drawing 8] It is the flow chart which shows the procedure which creates an oblique intersection grid system in a matrix.

[Drawing 9] the oblique intersection grid system K -- {(w, w) -- (3, 1),} (4 1), and K -- {(w, w) -- it is the conceptual diagram of (4, 2), and a right-triangle expression of} (4 1).

[Drawing 10] the oblique intersection grid system K -- {(w, h) -- it is the conceptual diagram of the right triangle of (x1, y1), and} (x2, y2).

[Drawing 11] It is drawing showing the physical relationship of the white dot lattice point to the black dot lattice point.

[Drawing 12] the oblique intersection grid system K -- {(64 32) -- it is drawing showing (8, 8), and lattice point arrangement of} (12 4).

[Drawing 13] It is the explanatory view of the grown method of a dot.

[Drawing 14] It is the flow chart which shows the procedure which determines the order of growth of each dot.

[Drawing 15] It is the conceptual diagram of count of the amount cl (P, i) value of clusters.

[Drawing 16] When threshold p (n) and q are exchanged, it is drawing showing the field where a pattern changes.

[Drawing 17] It is drawing showing the halftone-ized gradation, and (A) is Ordered. The case where (B) starts this operation-gestalt in the case where it is made to grow up to be a dither mold is shown, respectively.

[Drawing 18] It is drawing showing the dot arrangement to 16 gradation in drawing 17 (A) and (B).

## [Description of Notations]

10 [ -- Drawing memory, 20 / -- A host computer, 21 / -- The threshold matrix storage section, 22 / -- A comparator, 30 / -- Image output section (IOT) ] -- An image processing system, 11 -- The drawing section (color transducer), 12 -- The binarization section, 13

---

[Translation done.]

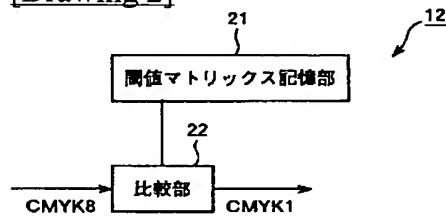
## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

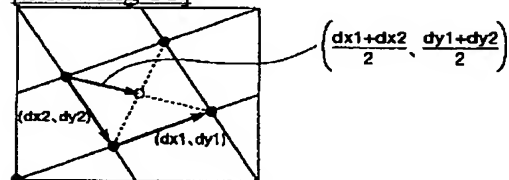
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

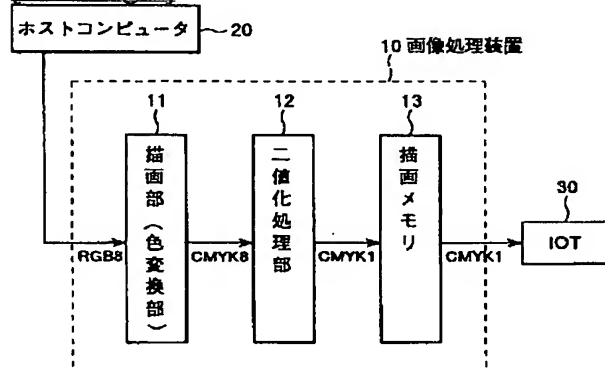
[Drawing 2]



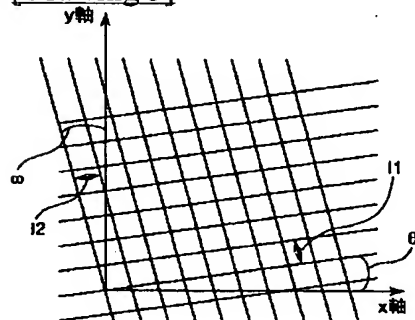
[Drawing 11]



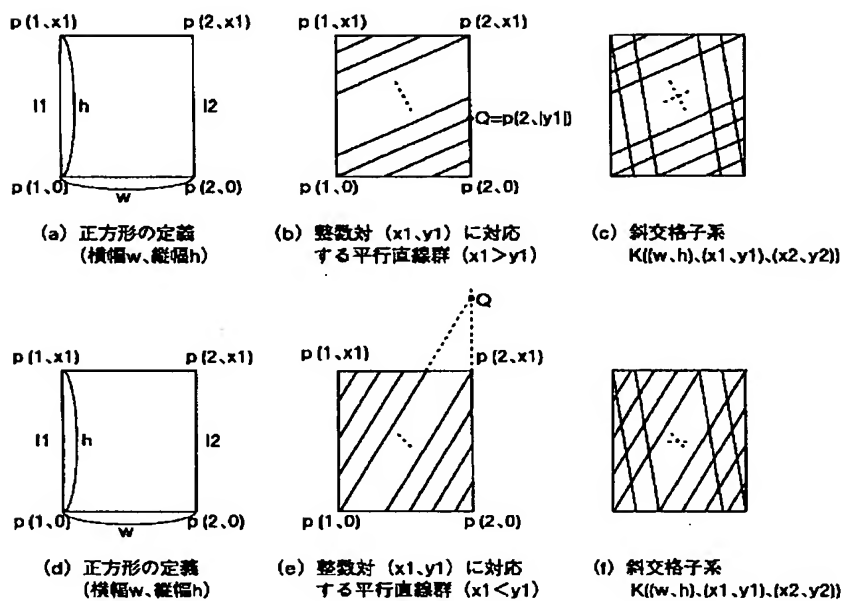
[Drawing 1]



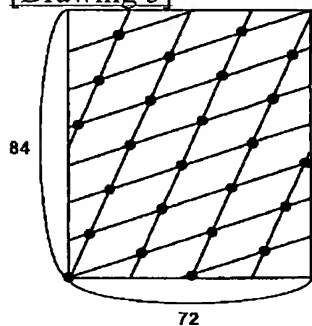
[Drawing 3]



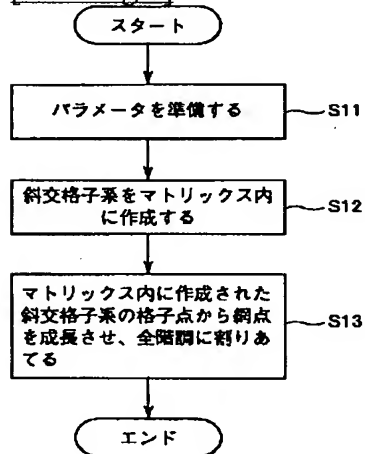
[Drawing 4]



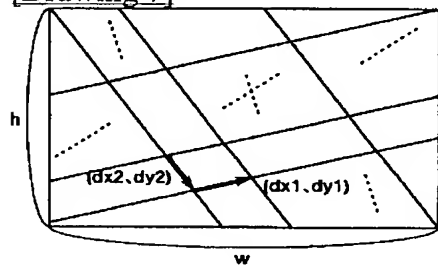
[Drawing 5]



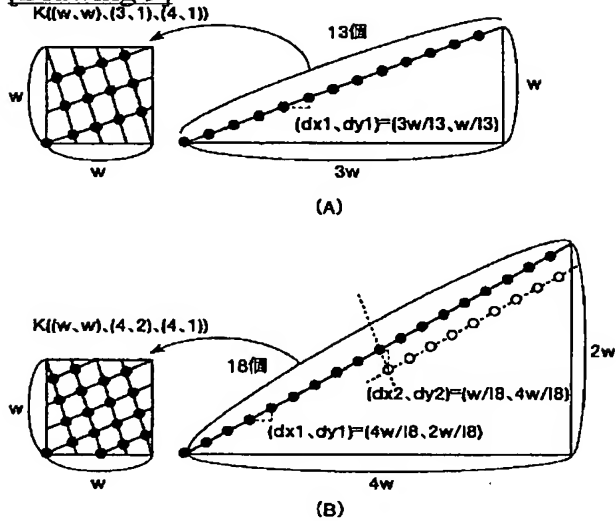
[Drawing 6]



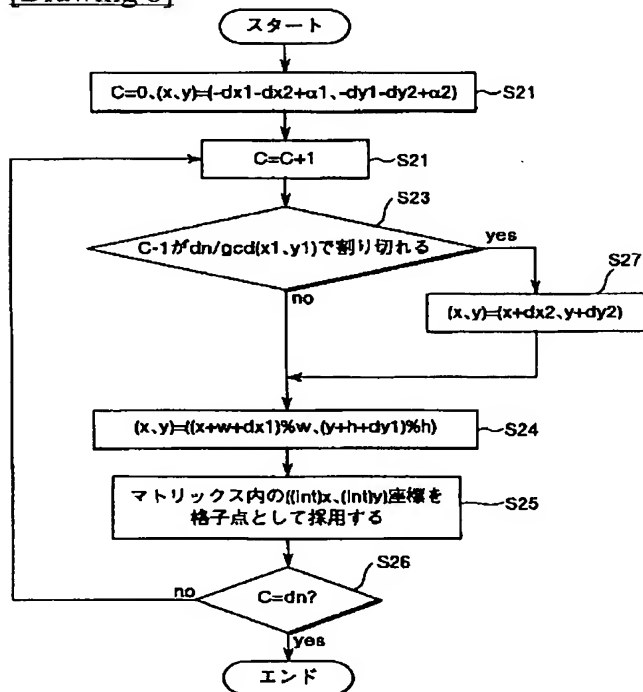
[Drawing 7]



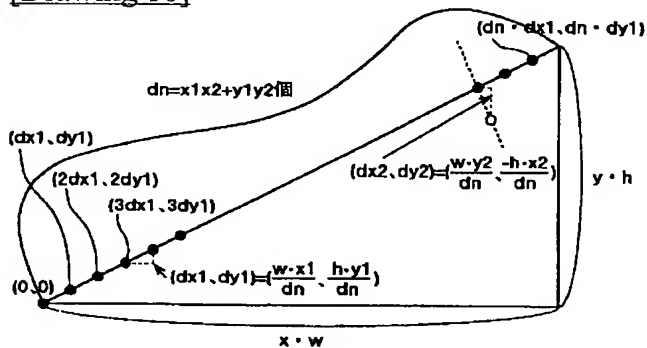
[Drawing 9]



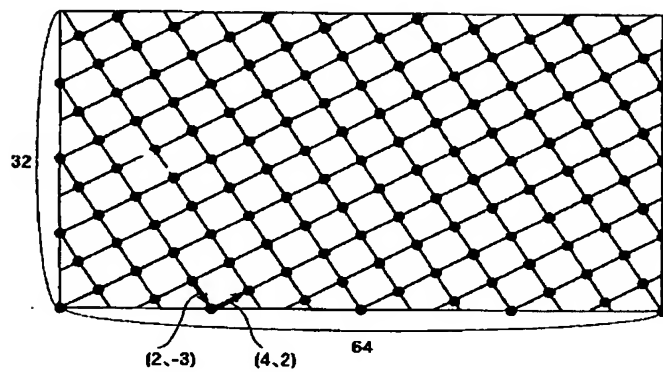
[Drawing 8]



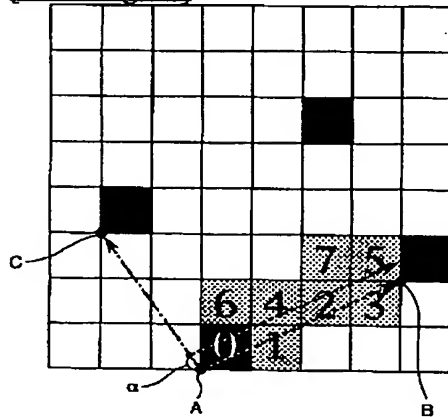
[Drawing 10]



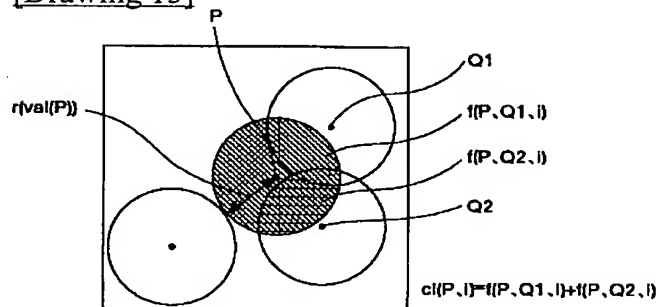
[Drawing 12]



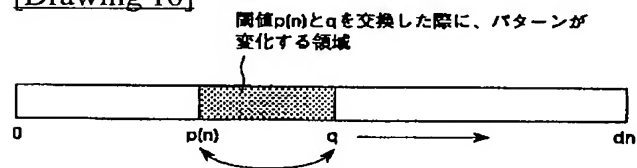
[Drawing 13]



[Drawing 15]

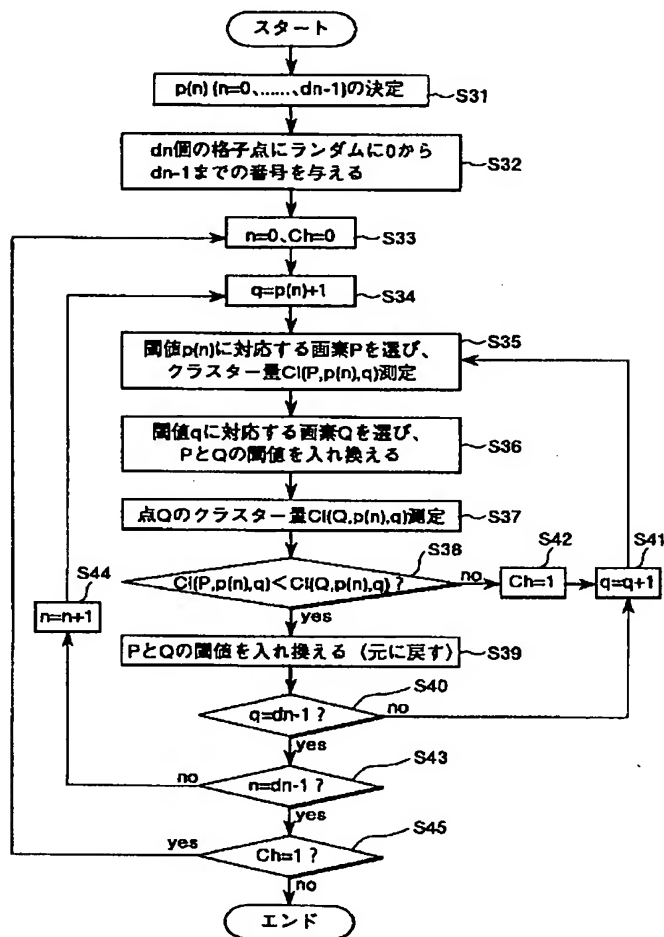


[Drawing 16]

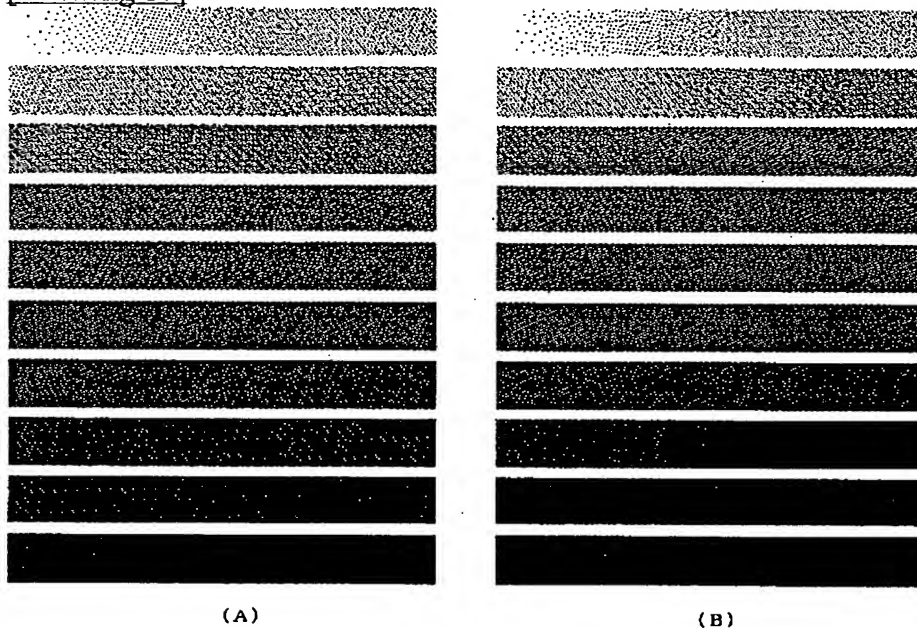


[Drawing 14]



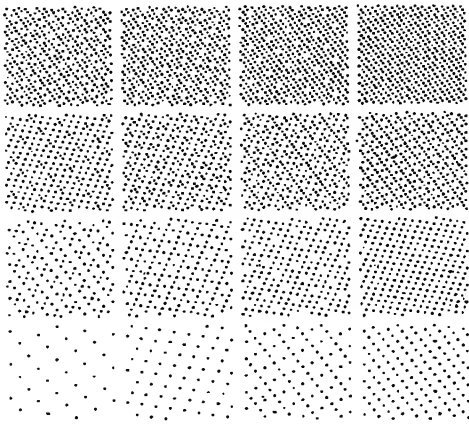


[Drawing 17]

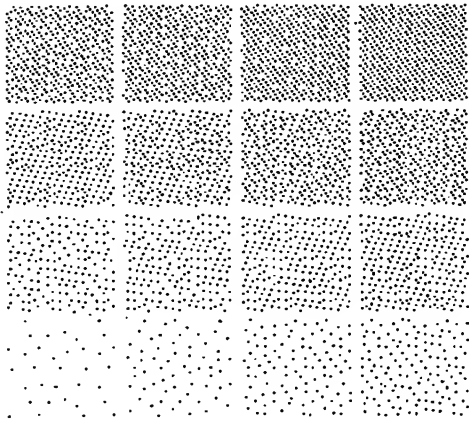


[Drawing 18]

(A)



(B)



---

[Translation done.]